

قیر و آزمایشات آن



امیر کاوسی

دوره آموزشی شهرداری منطقه 10 شهر تهران

پائیز 1394



● قیرهای مصرفی در صنعت راهسازی، حاوی عناصر اصلی متشکل از کربن و هیدروژن و عناصر فرعی دیگر (شامل گوگرد، اکسیژن، ازت و دیگر اجزاء به مقدار بسیار کم)، از سری هیدروکربنهایی هستند که ساختار شیمیایی کاملاً ناهمگون و متفاوتی دارند.

انواع قیر



- قیرهای طبیعی
- قطران (Tar)
- قیرهای نفتی
- قیرهای طبیعی + قیرهای نفتی
- قطران + قیرهای نفتی (BS 3690)

قیرهای طبیعی



● دریاچه ای

○ این نوع قیر که به صورت طبیعی در برخی از نقاط یافت می گردد، از اعماق منابع نفتی به سمت سطح رویه زمین صعود نموده و معمولاً با مواد معدنی و آلی مخلوط می باشد.



قیرهای طبیعی



● معدنی

○ از نفوذ قیر در سنگهای آهکی یا ماسه سنگها محصولی در طبیعت موجود است که تا حدود ۱۲٪ قیر دارد. معادن فراوانی از این قیرها در ایران موجود بوده و در اروپا (فرانسه، سوئیس و ایتالیا) نیز یافت می شود.

قطران (Tar)



- قیرهای خالص از نفت خام و قطران از ذغال سنگ به دست می آید.
- قطران از کربنیزه شدن ذغال سنگ و یا چوب و یا نظیر آنها در خلاء حاصل می گردد.
- معمولاً جهت مشخص نمودن منشأ قطران از پسوند چوب یا ذغال سنگ استفاده می گردد (قطران چوب یا قطران ذغال سنگ).

قطران (Tar)



● قطران ذغال سنگ خود نیز می تواند به دو صورت تولید شود که دو محصول ذیل از آن به دست می آید:

○ قیر قطرانی تهیه شده در دمای بالا یا قطران کوره ای

✦ حدود ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد

○ قیر قطرانی تهیه شده در دمای پایین یا قطران کمتر از
مقار فوق حرارت دیده:

۶۰۰ تا ۷۰۰ درجه سانتیگراد

کندروانی قطران



- جهت اندازه گیری کندروانی قطران از یک نوع دستگاه کندروانی سنج استفاده می گردد. این دستگاه که دارای سوراخی به قطر ۱۰ میلیمتر است مقدار ۵۰ میلی لیتر قطران را در مدت ۵۰ ثانیه باید از خود عبور دهد. در حقیقت درجه حرارتی که این مقدار قطران در مدت ۵۰ ثانیه از دستگاه عبور می کنند واحد اندازه گیری کندروانی قطران می باشد و آن را با حروف EVT نمایش می دهند.

استفاده از قطران



- برای تهیه قشر رویه آسفالتی

○ قطران در مقایسه با قیر حساسیت کمتری در ترکیب با محصولات نفتی از خود نشان می دهد

قیرهای طبیعی + قیرهای نفتی



- با ترکیب قیرهای معدنی و قیرهای نفتی روان، قیرهایی تهیه می شوند که حساسیت حرارتی کمتری در مقایسه با قیرهای نفتی معمولی داشته و در صورت کنترل تولید، مرغوبیت بیشتر نیز خواهند داشت.

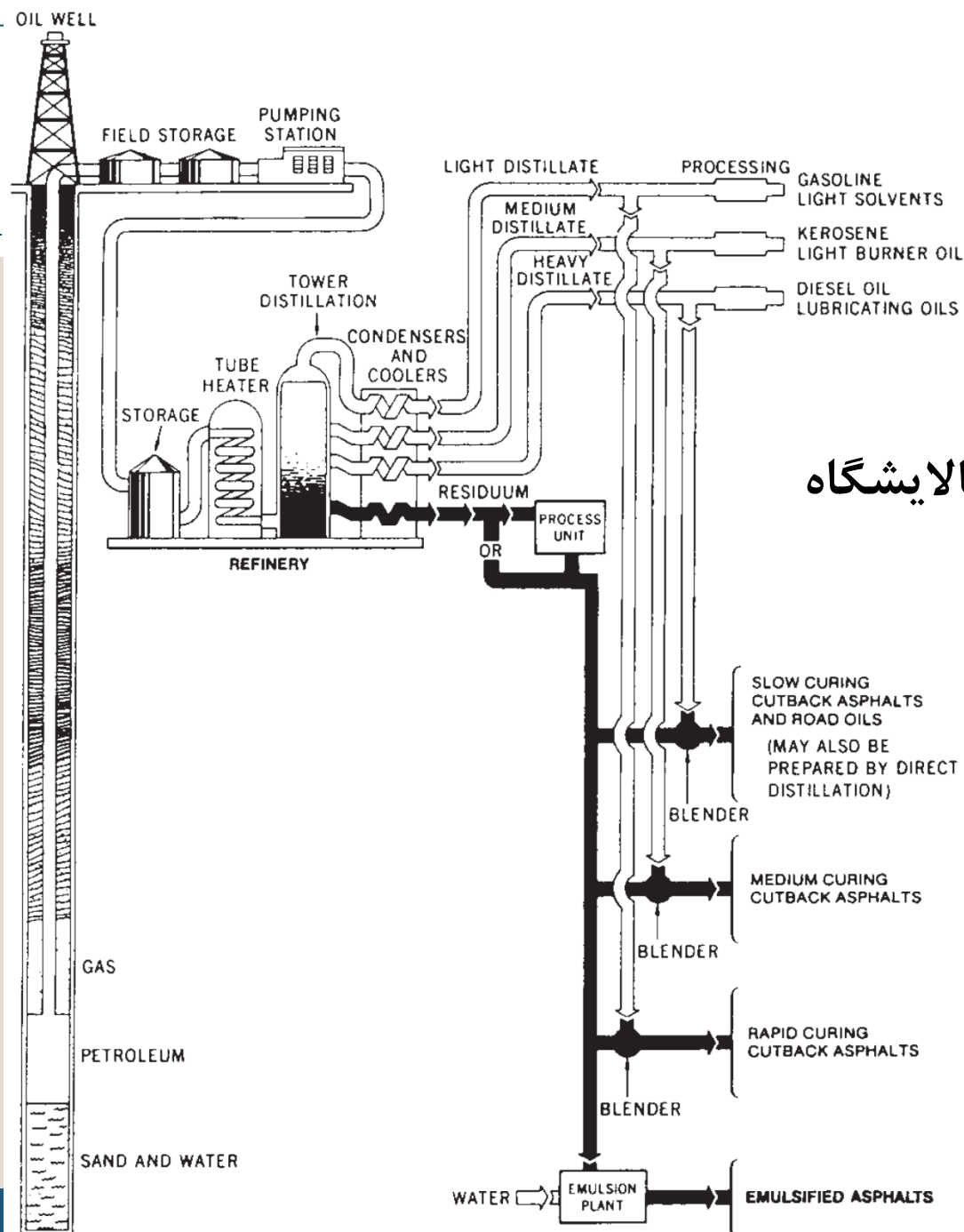
قطران + قیرهای نفتی



- استفاده از مخلوط قیر و قتران در آسفالت بیشتر به دلیل ایجاد چسبندگی بیشتر بین قیر و مصالح و طول عمر بیشتر مخلوط آسفالتی می باشد. در آسفالت سطحی نیز که حدوداً بین دو سوم تا نصف ارتفاع مصالح در قیر نفوذ کرده و باید توسط آن در سطح جاده نگه داشته شده و تماس لاستیک و سرعت وسائط نقلیه باعث جدا شدن آنها از سطح جاده نگردد، استفاده از این مخلوط ها مناسب می باشد.
- استاندارد BS-3690 مشخصاتی برای این مخلوط ها تهیه کرده که استفاده از آنها را آسان نموده است.

قیرهای نفتی

روند تولید قیر در پالایشگاه



قیرهای نفتی



- قیرهای خالص
- قیرهای محلول
- قیرهای امولسیون
- قیرهای دمیده

قیرهای خالص



- این قیرها حاصل پالایش نفت خام بوده و بر حسب آنکه چه میزان مواد روغنی در خود داشته باشند، می توان قیرهای سفت (مخصوص مناطق گرمسیر) و قیرهای نرم (مخصوص مناطق سردسیر) و یا قیرهای فی مابین آن تولید کرد.
- با تنظیم درجه حرارت و فشار داخلی برجهای تقطیر، می توان قیرهای با درجه سختی متفاوت به دست آورد

اجزای قیر



• آسفالتین ها:

○ عامل پایداری و سازه ای قیر می باشند و در حقیقت همان مواد جامد قیرند.

• رزین ها:

○ مشخصه چسبندگی قیر را ایجاد می کنند.

• آروماتیک ها:

○ مواد روغنی، که همان حساسیت حرارتی را به قیر می دهند که باعث شلی و سفتی قیر می گردد.

قیرهای خالص



- در دسته بندی فیزیکی مواد عمده تشکیل دهنده قیر، آسفالتین و مالتین (رزین و روغن) می باشند که بر اساس نسبت کربن به هیدروژن به شکل زیر تقسیم بندی می شوند :

الف- آسفالتین ، با نسبت کربن به هیدروژن بیش از 0.8

ب- رزین ، با نسبت کربن به هیدروژن بین 0.6 تا 0.8

ج- روغن ، با نسبت کربن به هیدروژن کمتر از 0.4

قیرهای دمیده



- این نوع قیرها از دمیدن هوای گرم در قیرهای خالص در پالایشگاه تولید می شوند. قیرهای دمیده مصرف چندانی در راهسازی ندارد و بیشتر در صنایع عایق های رطوبتی بام ها کاربرد دارند.
- قیر دمیده دارای درجه نفوذ کمتر و درجه نرمی بیشتری نسبت به قیر خالص اولیه می باشد
- قیر دمیده حساسیت کمتری نسبت به تغییرات درجه حرارت داشته و لذا حالت سخت شدن خود را خیلی بهتر از قیر اولیه در حرارت های بالاتر حفظ می کند

قیرهای محلول

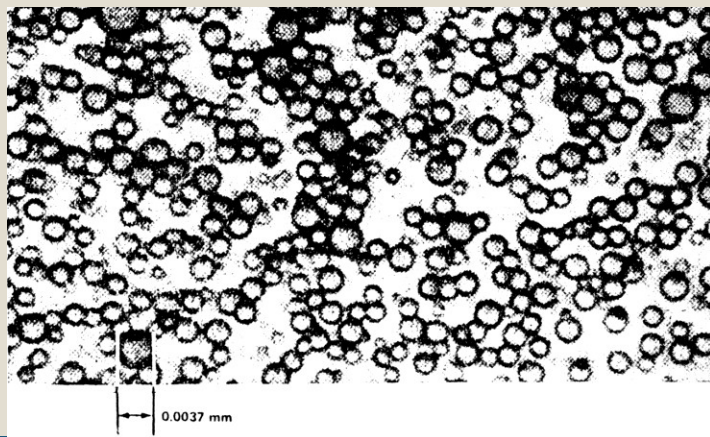


- قیرهای محلول در پالایشگاه و در مراحل تولید قیر با درصدی مواد حلال از مواد سنگین نظیر گازوئیل تا مواد بسیار سبک و فرار نظیر بنزین تهیه می شوند.
- دسته بندی:
 - الف- قیرهای محلول تندگیر (R.C.) - که از اختلاط بنزین با قیر خالص بدست می آیند.
 - ب- قیرهای محلول کندگیر (M.C.) - که از اختلاط قیر خالص با نفت سفید بدست می آیند.
 - ج- قیرهای محلول دیرگیر (S.C.) - که از اختلاط قیر خالص با گازوئیل بدست می آیند.

قیرهای امولسیون



- قیر به صورت ذرات ریز درون ماده پیوسته آب حاوی امولسیون سازی که با برش مکانیکی خرد شده، قرار می گیرد لذا ذرات ریز قیر بار سطحی گرفته و به صورت معلق درون آب حاوی امولسیون ساز قرار گرفته و به هم نمی چسبند. امولسیون های خنثی، کاتیونی و آنیونی با این روش تولید می شوند.



انواع امولسیون قیر



• امولسیون آنیونی

○ در آن از املاح قلیایی اسیدهای آلی که باعث به وجود آمدن بار منفی در سطح دانه‌های قیر می‌شود، استفاده می‌شود.

• امولسیون کاتیونی

○ در آن از نمک‌های آمونیوم یا آمین که باعث به وجود آمدن بار مثبت در سطح دانه‌های قیر می‌شود، استفاده می‌شود.

قیرهای امولسیون



- امولسیون‌های قیر پس از مصرف در تماس با مصالح سنگی شکسته شده و قیر آن به صورت لایه نازکی سطح دانه‌ها را اندود کرده و آب آن تبخیر شده و یا جریان پیدا می‌کند.
- بر اساس سرعت شکستن امولسیون قیر ، دسته‌بندی زیر برای قیرهای امولسیون صورت می‌گیرد :
 - الف) قیر امولسیون ناپایدار یا زودشکن (RS)
 - ب) قیر امولسیون نیمه‌پایدار یا کندشکن (MS)
 - ج) قیر امولسیون پایدار یا دیرشکن (SS)

• قیرابه ها بر حسب نوع بار ذره ای ایجاد شده در سطح دانه های شناور قیر به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:



۱- قیرآبه های آنیونیک: با استفاده از املاح قلیایی اسیدهای آلی در این نوع از قیرابه ها، سطح دانه های قیر دارای بار منفی می شود.

قیرآبه های آنیونیک		
دیرشکن (SS)	کندشکن (MS)	زودشکن (RS)
SS-1 SS-1h	MS-1 MS-2 MS-2h HFMS-1 HFMS-2 HFMS-2h HFMS-2s	RS-1 RS-2 HFRS-2

۲- قیرآبه های کاتیونیک: با استفاده از ترکیبات آلی نمک آمونیوم یا آمین ها، سطح دانه های قیر دارای بار مثبت می شود.



قیرآبه های کاتیونیک

دیرشکن (CSS)	کندشکن (CMS)	زودشکن (CRS)
CSS-1 CSS-1h	CMS-2 CMS-2h	CRS-1 CRS-2

- حرف **h**، معرف آن است که قیر خالص به کاررفته در تهیه امولسیون تا حدی سخت تر از نوع مشابه است.
- اعداد ۱ و ۲، به ترتیب معرف درصد قیر خالص کمتر و بیشتر در قیرآبه می باشد.
- پیشوند **HF**، معرف ایجاد پوشش قیری با ضخامت بیشتر روی سنگدانه هاست.
- پسوند **S** در قیرآبه **HFMS-2S**، نشانه کاربرد این قیرآبه برای اختلاط با مصالح ماسه ای است.

کیر آب	کاربرد
RS-1	آسفالت سطحی یک و چند لایه ای، اندود آب بندی با ماسه، آسفالت ماکادام نفوذی با فضای خالی کم
RS-2	آسفالت سطحی یک و چند لایه ای، اندود آب بندی با ماسه، آسفالت ماکادام نفوذی با فضای خالی زیاد
HFRS-2	آسفالت سطحی یک و چند لایه ای، اندود آب بندی با ماسه، آسفالت ماکادام نفوذی با فضای خالی زیاد
MS-1	آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز، اندود آب بندی با ماسه، Fog seal، اندود سطحی
HFMS-1	آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز، اندود آب بندی با ماسه، Fog seal، اندود سطحی
MS-2	آسفالت سرد کارخانه ای با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، بازیافت سرد، درزگیری رویه های آسفالتی
HFMS-2	آسفالت سرد کارخانه ای با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، بازیافت سرد، درزگیری رویه های آسفالتی
MS-2h	بتن آسفالتی گرم رویه و آستر، آسفالت سرد کارخانه ای با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، درزگیری رویه های آسفالتی، بازیافت سرد
HFMS-2h	بتن آسفالتی گرم رویه و آستر، آسفالت سرد کارخانه ای با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز و لکه گیری فوری، درزگیری رویه های آسفالتی، بازیافت سرد
HFMS-2s	آسفالت سرد کارخانه ای دانه بندی پیوسته، لکه گیری فوری و غیر فوری، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی پیوسته، ماسه، لکه گیری فوری و غیر فوری، بازیافت سرد، اندود آب بندی با مصالح سنگی، اندود آب بندی با ماسه، درزگیری رویه های آسفالتی
SS-1	آسفالت سرد کارخانه ای دانه بندی پیوسته، لکه گیری فوری، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی پیوسته، ماسه، لکه گیری فوری، بازیافت سرد، اسلاری سیل، Fog seal، اندود نفوذی روی سطح با تخلخل زیاد و کم، اندود سطحی، غبار نشانی، درزگیری رویه های آسفالتی
SS-1h	آسفالت سرد کارخانه ای دانه بندی پیوسته، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی پیوسته، ماسه، بازیافت سرد، اسلاری سیل، Fog seal، اندود نفوذی روی سطح با تخلخل زیاد و کم، اندود سطحی، غبار نشانی، درزگیری رویه های آسفالتی

کاربرد قیرآبه ها



کاربرد	قیرآبه
آسفالت سطحی یک وچند لایه ای، اندود آب بندی با ماسه	CRS-1
آسفالت سطحی یک وچند لایه ای، اندود آب بندی با ماسه، ماکادام نفوذی با فضای خالی کم	CRS-2
لکه گیری فوری با آسفالت سرد کارخانه ای، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز، لکه گیری فوری، بازیافت سرد، ماکادام نفوذی با فضای خالی زیاد، درزگیری رویه های آسفالتی	CMS-2
لکه گیری فوری با آسفالت سرد کارخانه ای، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی باز، لکه گیری فوری، بازیافت سرد، درزگیری رویه های آسفالتی	CMS-2h
آسفالت سرد کارخانه ای با دانه بندی پیوسته، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی پیوسته، ماسه، ماسه با لای، بازیافت سرد، اسلاری سیل، Fog seal ، اندود نفوذی روی سطح با تخلخل زیاد، اندود سطحی، غبارنشانی، درزگیری رویه های آسفالتی	CSS-1
آسفالت سرد کارخانه ای با دانه بندی پیوسته، آسفالت سرد مخلوط در محل با دانه بندی پیوسته، ماسه، ماسه با لای، بازیافت سرد، اسلاری سیل، Fog seal ، اندود نفوذی روی سطح با تخلخل زیاد، اندود سطحی، غبارنشانی، درزگیری رویه های آسفالتی	CSS-1h

انتخاب نوع قیر



- نوع قیری که راهسازی به کار می‌رود با توجه به عوامل و شرایط جوی ، نوع و شدت ترافیک ، نوع روسازی ، جنس و دانه‌بندی مصالح سنگی و نحوه اجرای روسازی مشخص می‌گردد

موارد کلی استفاده از انواع قیر در راهسازی (انسیتو آسفالت و آیین نامه روسازی آسفالتی راههای ایران)



مورد استفاده		قیرهای خالص										قیرهای محلول (درجه بندی جدید)										امولسیون های قیر														
												تند گیر RC				کند گیر MC				دیر گیر SC				آنیونی					کاتیونی							
												۲۰۰/۳۰۰	۱۲۰/۱۵۰	۸۵/۱۰۰	۶۰/۷۰	۴۰/۵۰	۲۰۰/۳۰۰	۸۰۰	۲۵۰	۷۰	۲۰۰/۳۰۰	۸۰۰	۲۵۰	۷۰	۳۰۰۰	۸۰۰	۲۵۰	۷۰	SS-1h	SS-1	MS-2h	MS-2	MS-1	RS-2	RS-1	CSS-1h
باز آسفالتی گرم	راه			x	x	x																														
	فرودگاه			x	x	x																														
	محوطه پارکینگ وسائط نقلیه			x	x	x																														
	خیابان			x	x	x																														
	جداول			x	x	x																														
در محل آسفالت مخلوط	شن و ماسه بدانه بندی شده						x	x	x							x	x																			
	شن و ماسه خوب دانه بندی شده								x							x	x																			
	ماسه								x	x	x																									
	خاک ماسه دار								x	x	x	x	x	x																						
سطحی آسفالتی	تک لایه ای						x	x	x																											
	چند لایه ای						x	x	x																											
اندود کاری	آب بندی																																			
	نفوذی (سطح با تخلخل زیاد)								x	x																										
	نفوذی (سطح با تخلخل کم)									x	x																									
	سطحی																																			
	لکه گیری با آسفالت مخلوط در محل																																			
پوشش کانالها و منابع آب																																				
پوشش خاکریزها																																				

* رقیق شده با آب

آزمایش های قیر

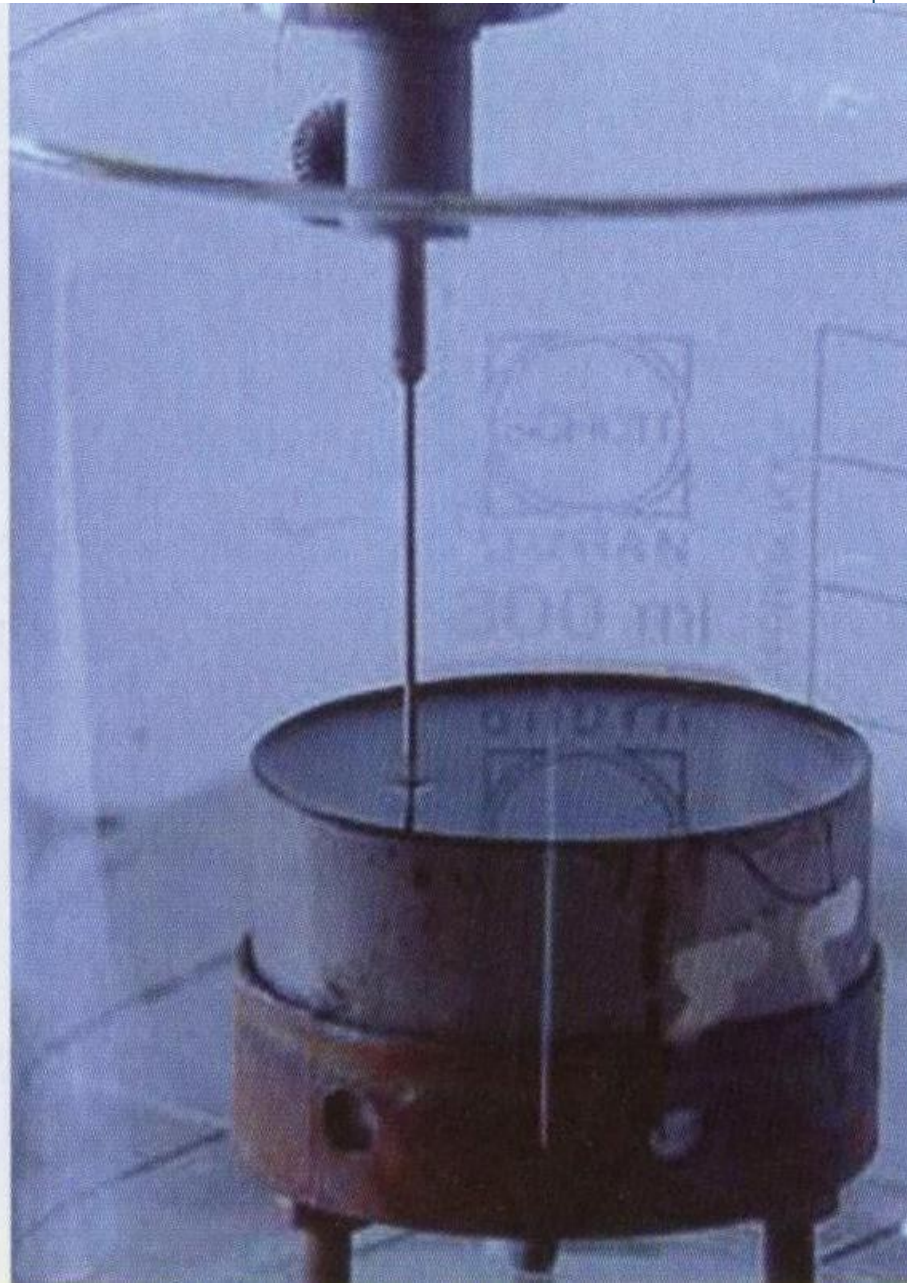


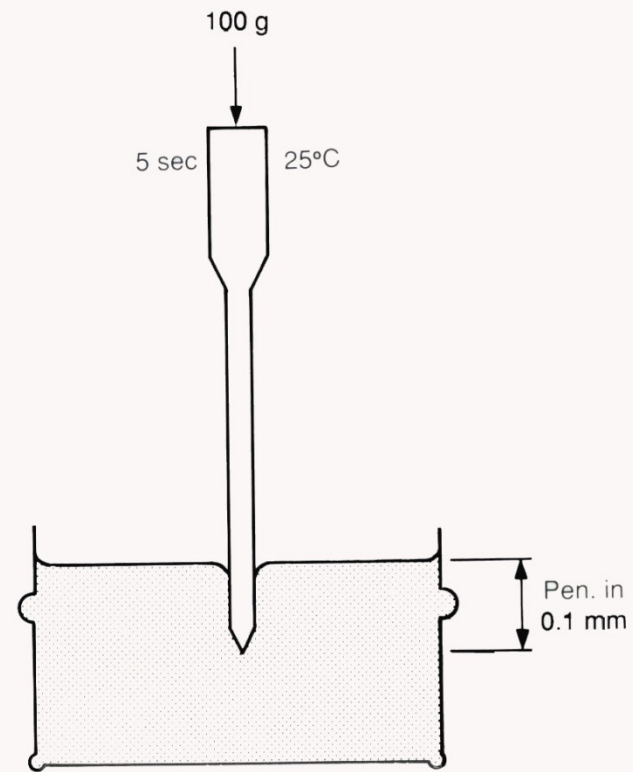
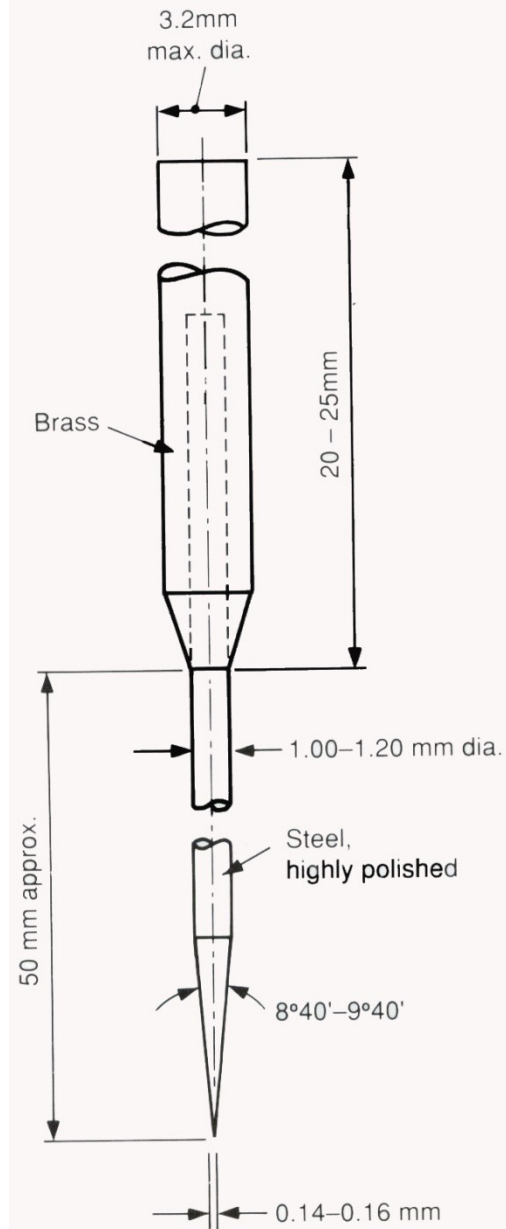
- - آزمایش تعیین چگالی قیر
- - آزمایش تعیین حلالیت قطر
- - آزمایش درجه نفوذ قیر
- - آزمایش نقطه نرمی قیر
- - آزمایش خاصیت شکل پذیری
- - آزمایش تعیین نقطه اشتعال قیر
- - آزمایش تعیین کندروانی
- - آزمایش افت وزنی قیر در اثر حرارت
- - آزمایش نقطه شکنندگی فراس
- - آزمایش لعاب نازک قیر
- - آزمایش لعاب نازک دوار قیر

آزمایش درجه نفوذ



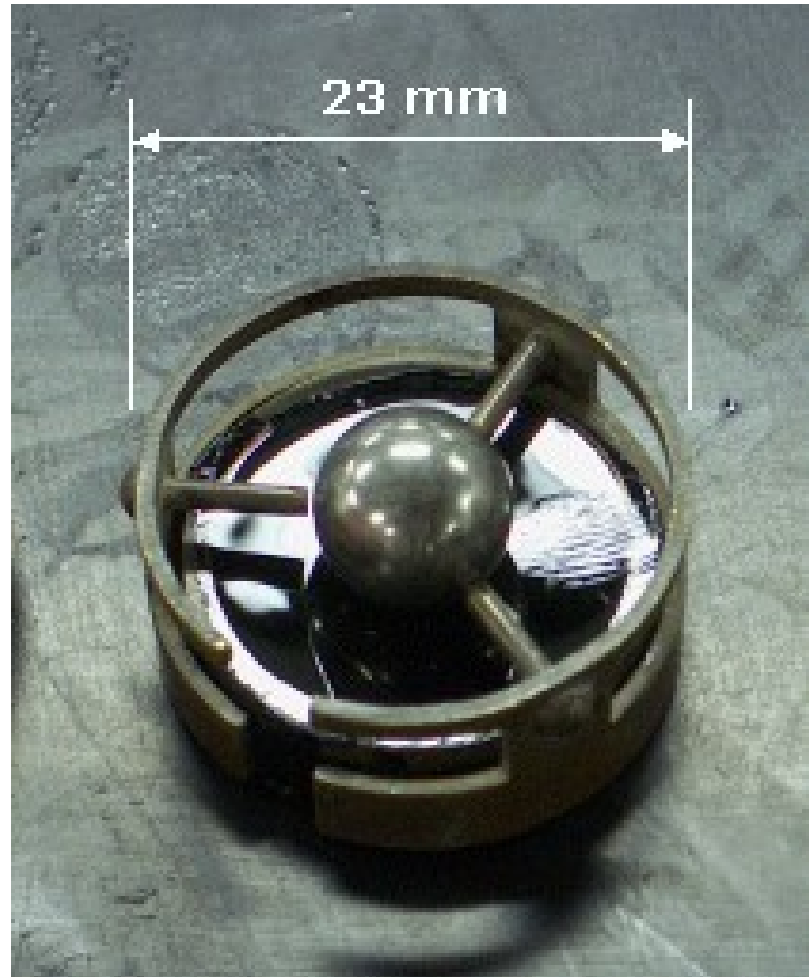
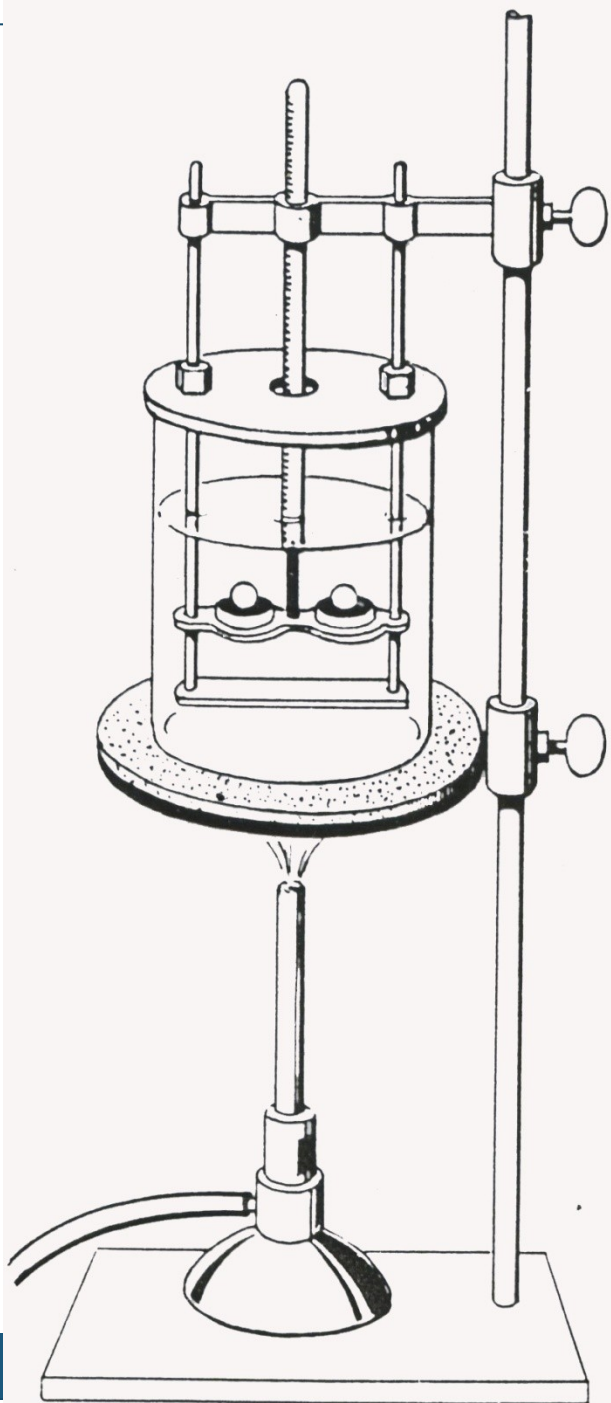
- مقدار نفوذ سوزنی با مشخصات استاندارد تحت اثر وزنی معادل ۱۰۰ گرم در مدت ۵ ثانیه در قیر 25°C بر حسب یک دهم میلی متر اندازه گیری می شود
- درجه نفوذ کمتر نشانه قیر سفت تر و درجه نفوذ بیشتر نشانه قیر شل تر است
- قیرهای متداول مورد مصرف در راهسازی دارای درجه نفوذ ۴۰-۵۰، ۶۰-۷۰ و ۸۵-۱۰۰ می باشند
- هر قدر آب و هوای منطقه گرمتر و یا برای یک منطقه معین میزان آمد و شد وسایل نقلیه بیشتر باشد، باید از قیر با درجه نفوذ کمتری استفاده کرد

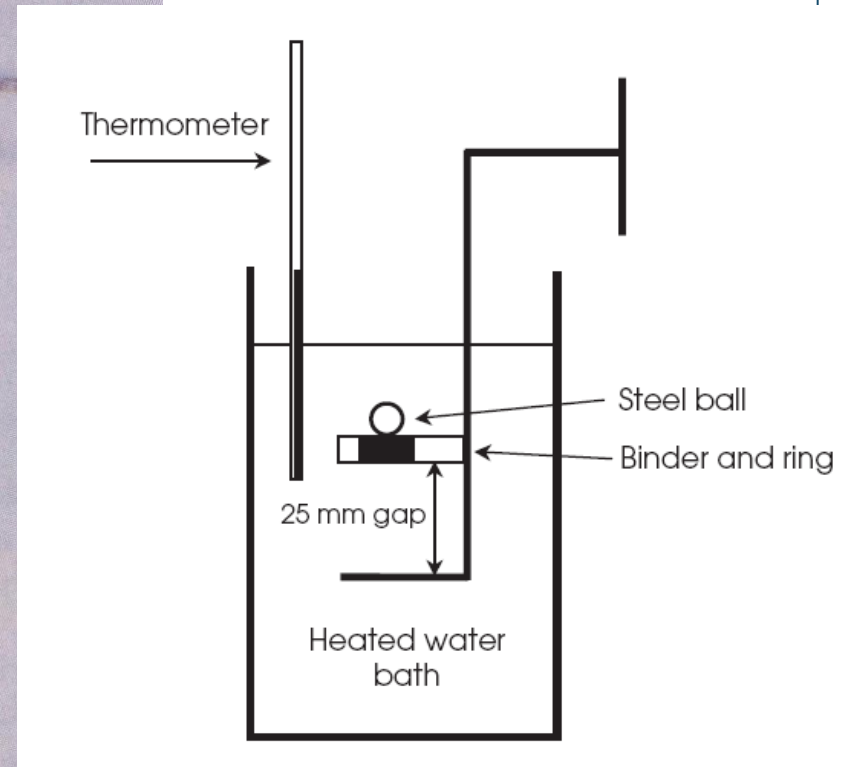
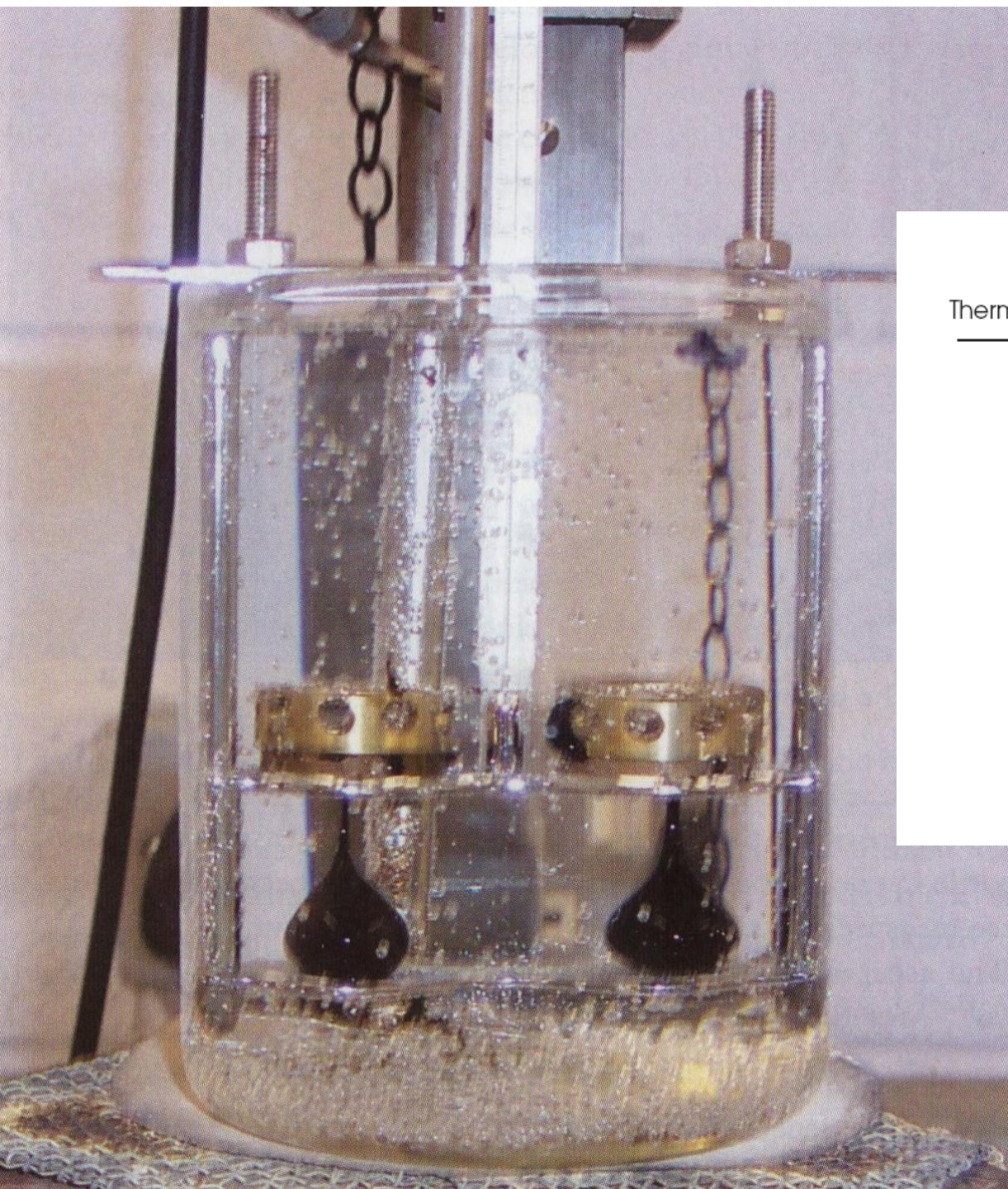




آزمایش تعیین نقطه نرمی قیر

- در این آزمایش قیر گرم شده و در داخل حلقه ریخته می شود. پس از سرد شدن حلقه ها در محل خود واقع در ظرفی که در آن آب با درجه حرارت 4°C وجود دارد، قرار داده می شود و گلوله های فلزی بر روی حلقه قرار می گیرند. سپس به شکل غیرمستقیم از پایین به ظرف حرارت می دهند تا این که قیر نرم شده و گلوله از داخل آن عبور کند و با صفحه زیرین تماس بگیرد، دمایی که در آن این گلوله به صفحه زیرین برسد را نقطه نرمی می گویند. درجه نرمی قیرهای مورد استفاده در روسازی معمولاً بین $35-70^{\circ}\text{C}$ می باشد.

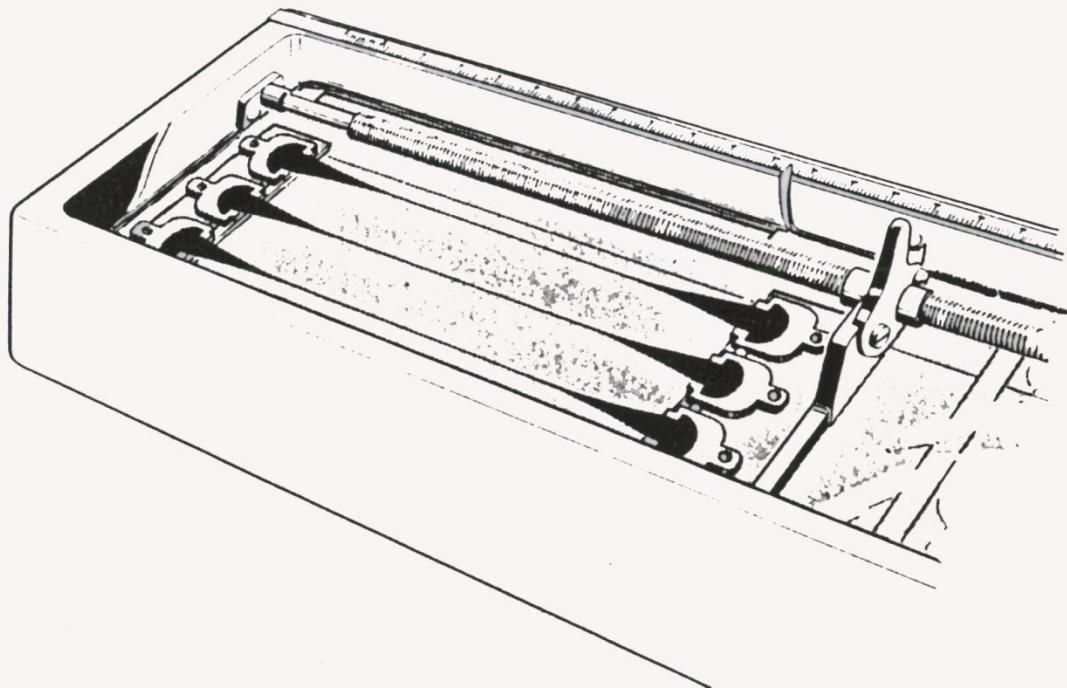




آزمایش خاصیت شکل پذیری قیر (خاصیت انگمی)



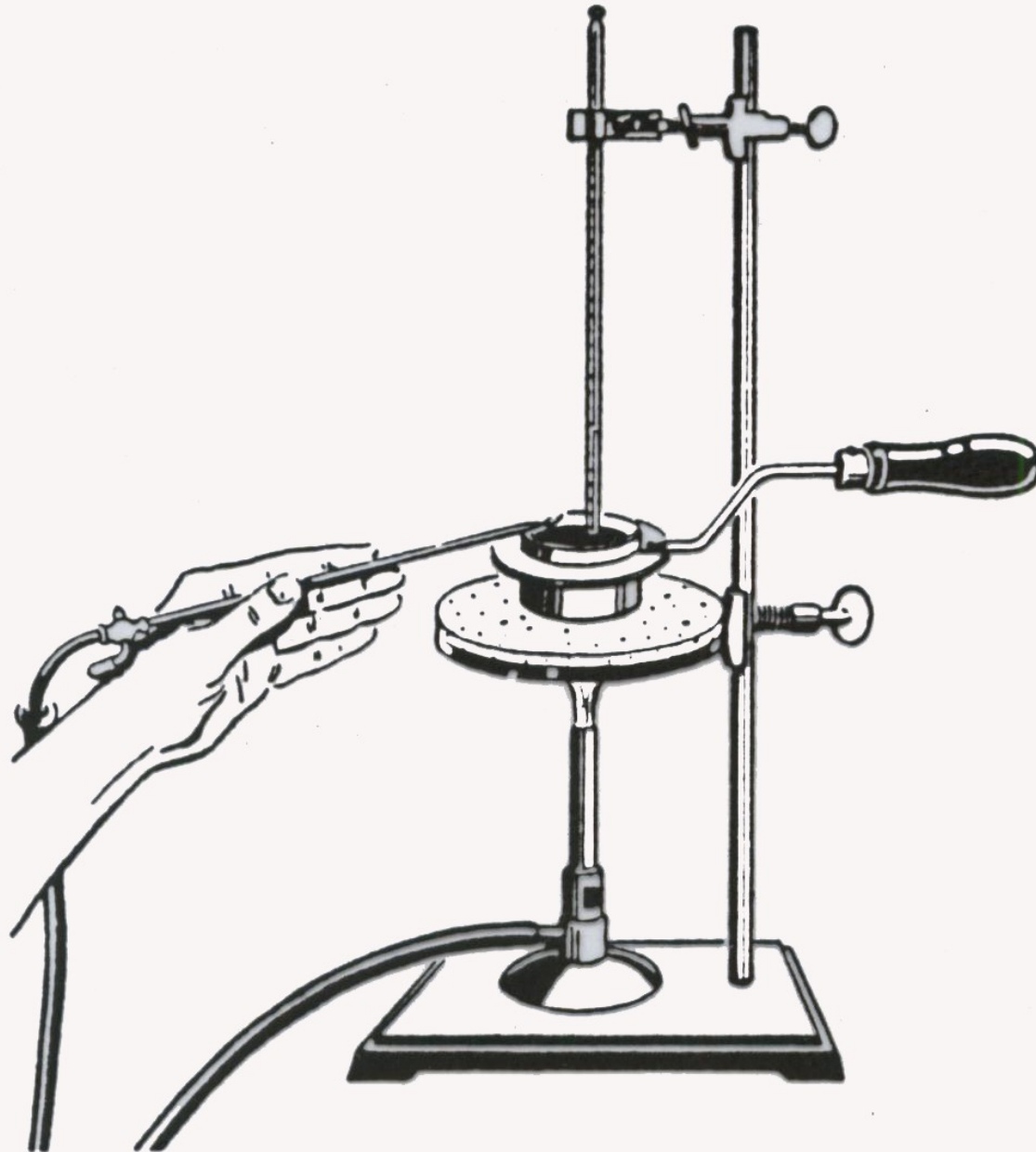
- جهت انجام آزمایش قیر را گرم کرده و در قالب مخصوص دستگاه می ریزند. ابعاد قالب را در محفظه آبی که دمای آن در حد مورد نظر که معمولاً 25°C می باشد غوطه ور می نمایند. پس از آن که قیر به دمای مورد نظر رسید نمونه را در داخل دستگاه اندازه گیری می گذارند. این دستگاه طوری ترتیب داده شده که یک سر قالب در موقعیت ثابت قرار دارد در حالی که سر دیگر آن به طور افقی با نسبت معینی (۵ سانتی متر در دقیقه) کشیده می شود. این کشیدن و ازدیاد طول تا زمانی که رشته نازک قیر پاره شود ادامه می یابد. مقدار افزایش طول نمونه قیر در لحظه پاره شدن بر حسب سانتی متر را به عنوان قابلیت شکل پذیری تعیین می نمایند.



آزمایش نقطه اشتعال قیر



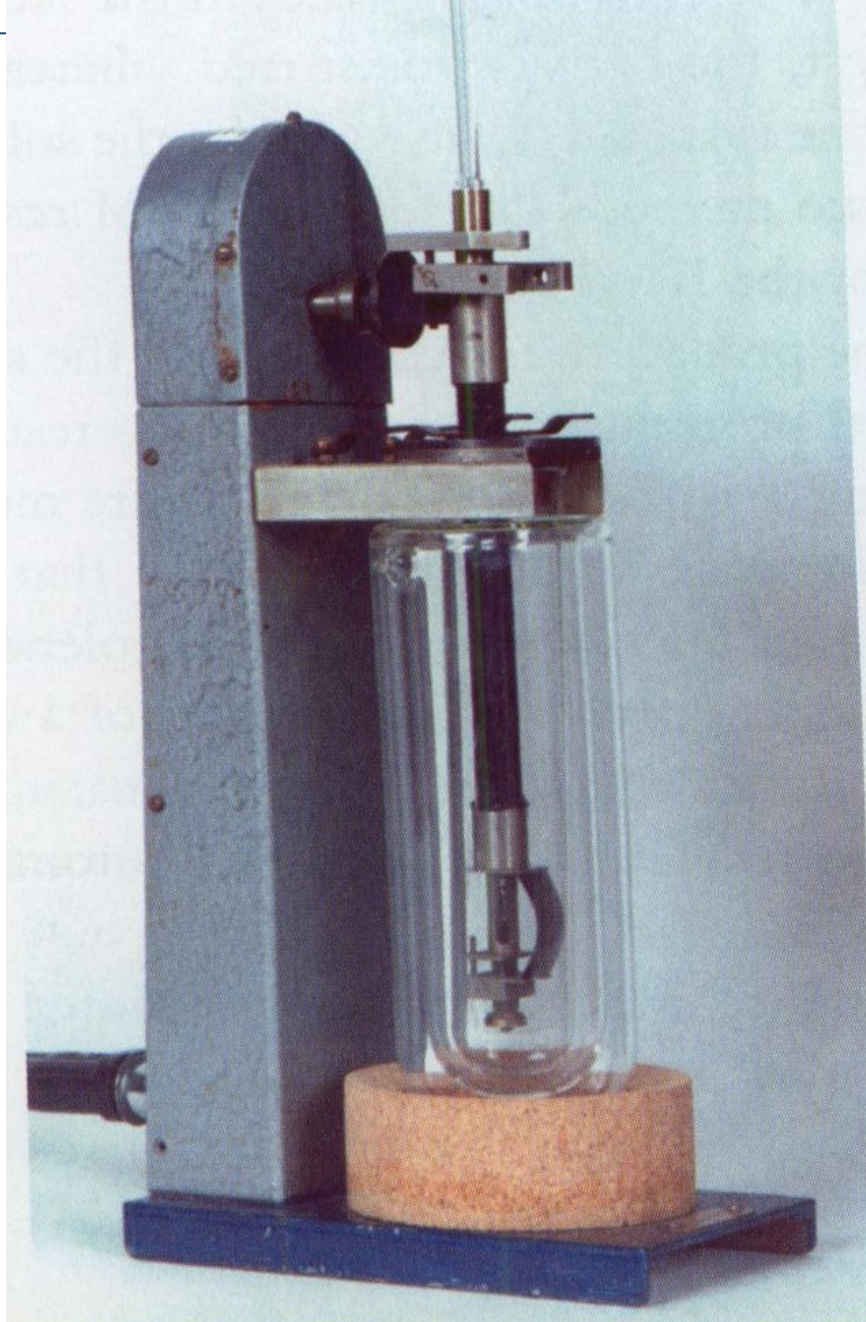
- قیر را در یک ظرف مخصوص فلزی ریخته و آن را بر روی محل گرمخانه دستگاه قرار داده و از زیر به آن حرارت می دهند، سرعت افزایش دما $7/16^{\circ}\text{C}$ در هر دقیقه می باشد، وقتی که درجه حرارت قیر گرم شده و به 56°C رسید سرعت گرم شدن را به ۵ درجه در دقیقه کاهش می دهند. در این حالت یک شعله کوچک مستقیم به فواصل معین (حدود هر ۳ درجه سانتیگراد) از روی سطح قیر حرارت داده شده عبور داده می شود. با افزایش درجه حرارت مواد زائد و فرار موجود در قیر از آن جدا می شوند . همچنان که آزمایش ادامه می یابد به حدی می رسد که به اندازه کافی مواد فرار در سطح قیر حرارت داده شده جمع خواهد شد که این مواد سبب جرقه زدن و ایجاد شعله می نماید. درجه حرارتی که در آن درجه شعله ظاهر شود را درجه اشتعال قیر می نامند



آزمایش نقطه شکنندگی فراس



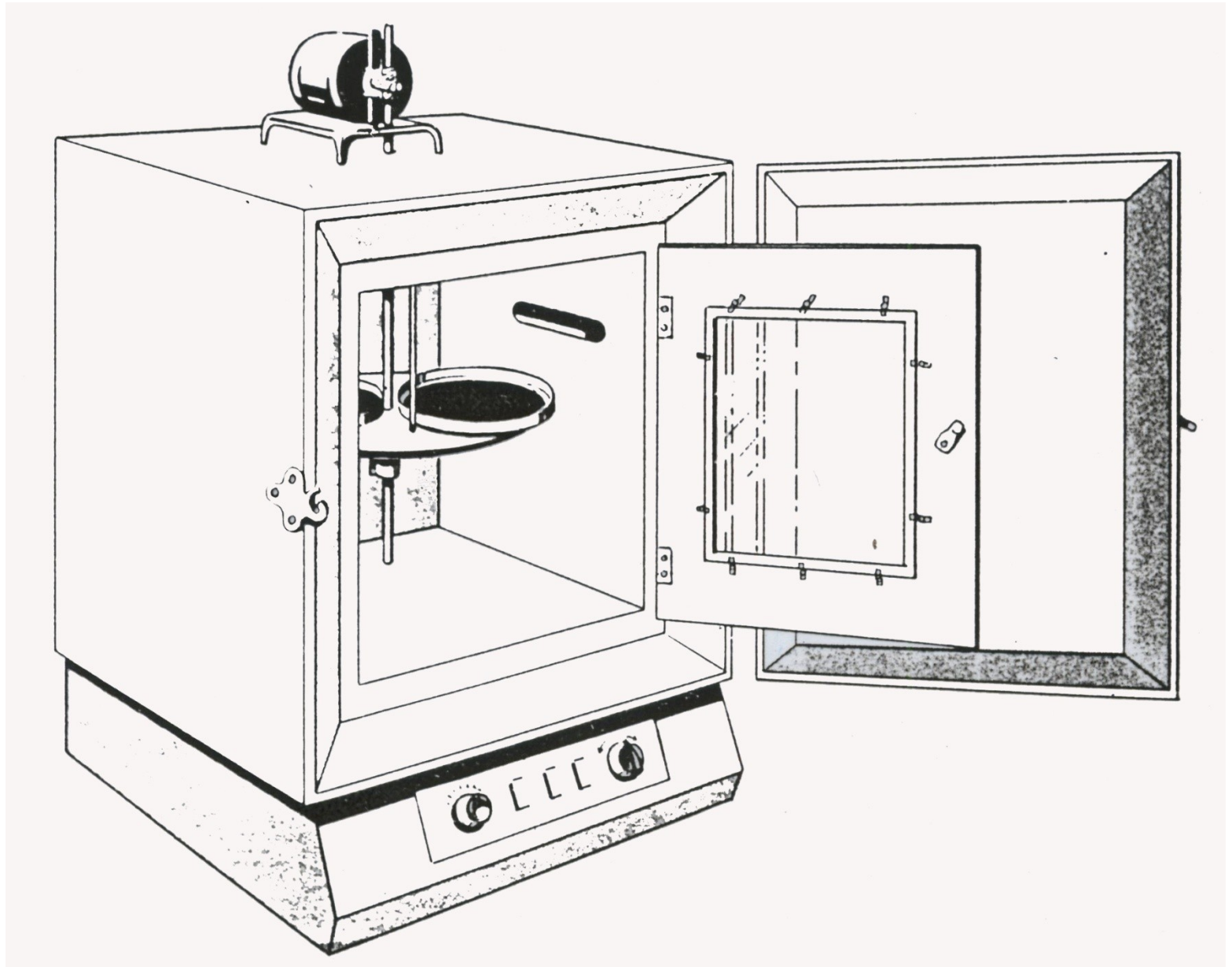
- در داخل ظرف مخصوص این آزمایش، صفحه فلزی کوچکی قرار گرفته که تحت تأثیر بار خم می شود. در این صفحه، فیلم نازک قیری را به ضخامت ۵/۰ میلی متر پخش کرده و پس از سرد شدن در دمای محیط، قیر را در داخل دستگاه با سرعت یک درجه در دقیقه سرد می کنند تا بالاخره قیر در یک دمایی بشکند. درجه حرارتی که در آن اولین ترک در قیر به وجود بیاید، به عنوان نقطه شکنندگی فراس تعیین می گردد.



آزمایش لعاب نازک قیر



- در این آزمایش قیر را در ظرف مخصوص (به قطر ۱۴ سانتی متر و عمق ۹۵/۰ سانتی متر) به شکل قشر نازکی به ضخامت تقریبی ۳ میلیمتر قرار می دهند و سپس ظرف را به مدت ۵ ساعت داخل گرمخانه با دمای 163°C قرار می دهند. پس از اتمام این مدت آزمایش های درجه نفوذ و نقطه نرمی قیر را بعد از آن انجام می دهند و نتیجه را به صورت نسبت نتایج قبل و بعد از آزمایش گزارش می نمایند.



ویسکوزیته

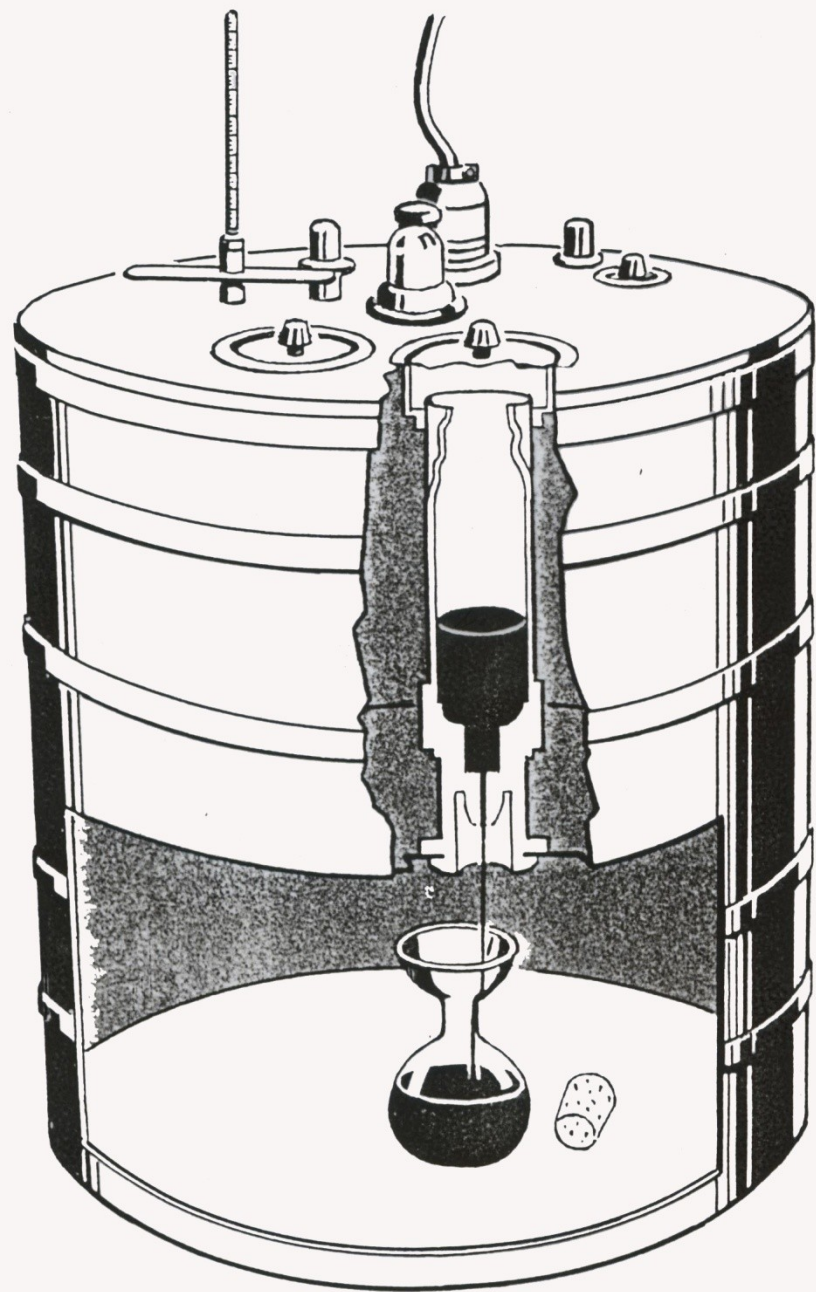


- خاصیت یک ماده (که قابلیت روانی داشته باشد) به صورت مقاومت در برابر تغییر شکل برشی هنگام حرکت می باشد.

ویسکوزیته سی بولت فیورول



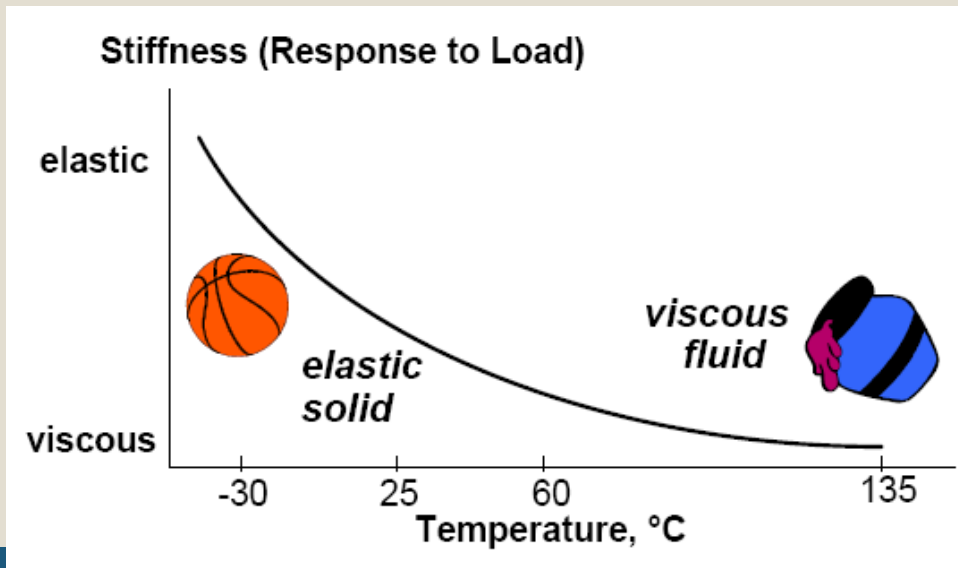
- با حمام آب داغی قیر در استوانه ای تا ۶۰ درجه سانتیگراد گرم می شود. سپس مدت زمانی که طول می کشد قیر به ظرفی با حجم معین در زیر محفظه ریخته شده تا ظرف پر گردد، ثبت می گردد. زمان لازم برحسب ثانیه برای حجم معینی از قیر در حرارت معین به عنوان ویسکوزیته سی بولت فیورول قیر ثبت می گردد.

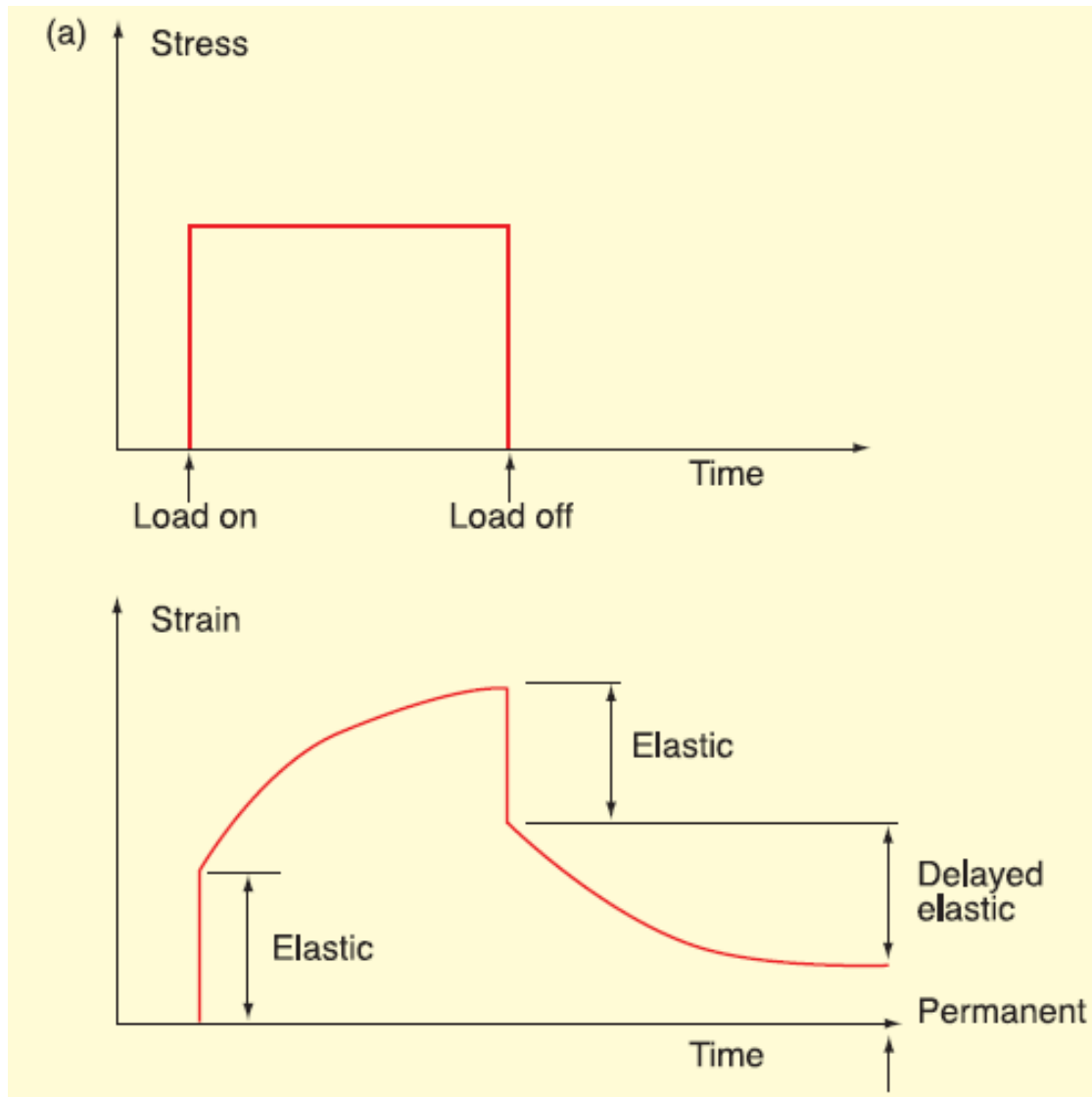


رفتار قیر

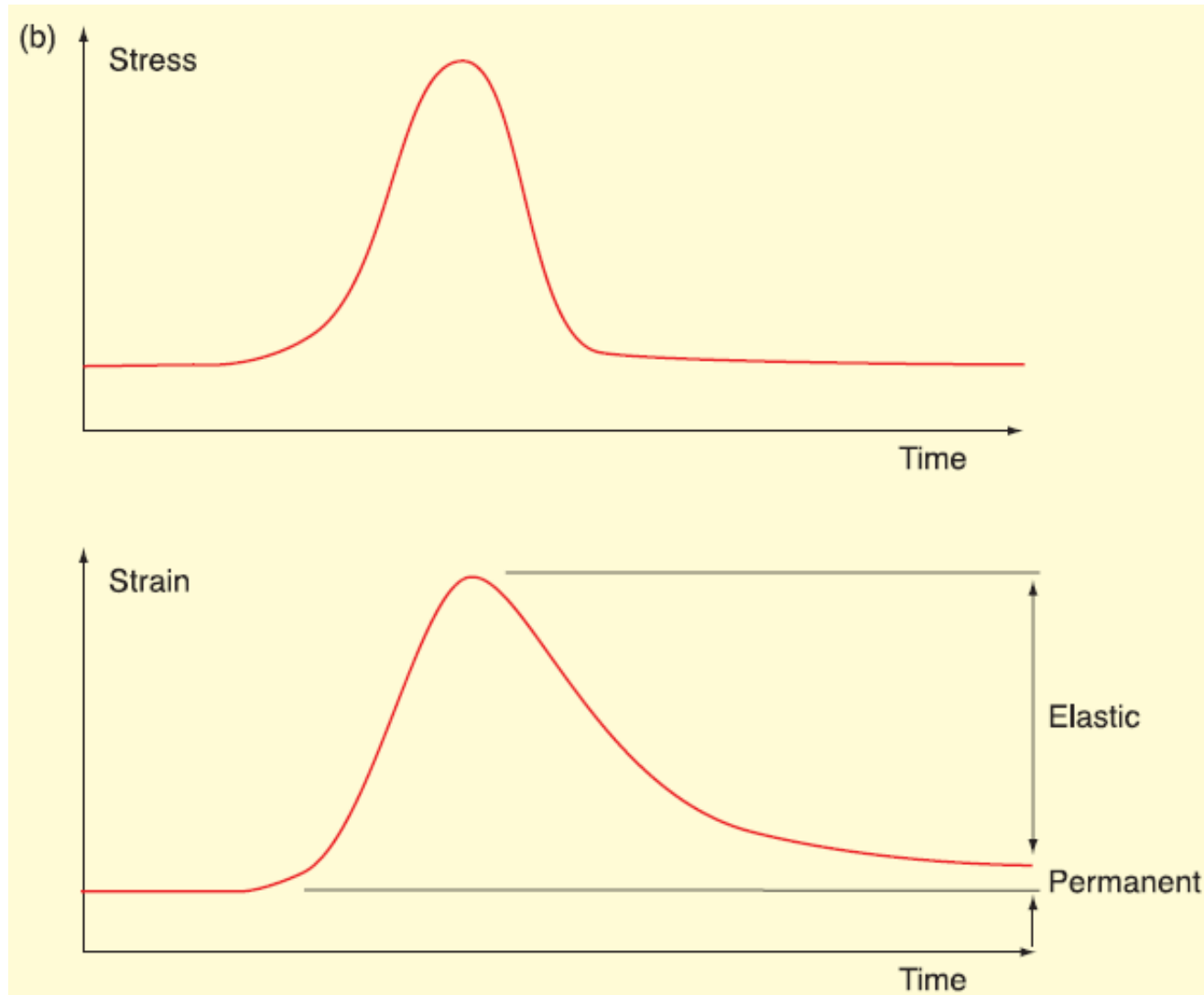


- یَر ماده ای ویسکوالاستیک (Viscoelastic) است. لذا قیر در دماهای بالا روان است و در دماهای پایین (۲۰- درجه سانتی گراد) شکننده است. در دماهای میانی محیط قیر به صورت ویسکوالاستیک عمل می کند؛ یعنی حالت بین این دو مورد را دارد.





رفتار ویسکوالاستیک آسفالت تحت بار استاتیکی



رفتار ویسکوالاستیک آسفالت تحت بار چرخ در حال حرکت دینامیکی (

نقصانهای استانداردهای فعلی :

- عدم اندازه گیری خصوصیات قیر در دماهای پایین
- عدم تطابق شرایط فیزیکی آزمایشات با شرایط واقعی جاده
- عدم تناسب آزمایشات برای اندازه گیری خصوصیات قیر در حرارت‌های بالا
- عدم پیش بینی چگونگی سخت شدن قیر در طول زمان

روش پیشنهادی شارپ (SHRP)

آزمایشاتی که بتواند موارد زیر را برای قیر ارزیابی کند:

- مقاومت در برابر تغییر شکل
- ؛ - مقاومت در برابر ترک خوردگی حرارتی در اثر سرم
- ؛ - مقاومت در برابر خستگی در اثر بارگذاری
- پیش بینی چگونگی سخت شدن قیر در کارخانه آسفالت
- ؛ - پیش بینی چگونگی سخت شدن قیر در اثر مرور زمان

آزمایشات شارپ

Dynamic Shear Rheometer (DSR)

Bending Beam Rheometer (BBR)

Direct Tension Tester (DTT)

ROLLING THIN FILM OVEN (RTFO)

PRESSURE AGING VESSEL (PAV)

Rotational Viscometer (RV)

- برش دینامیکی

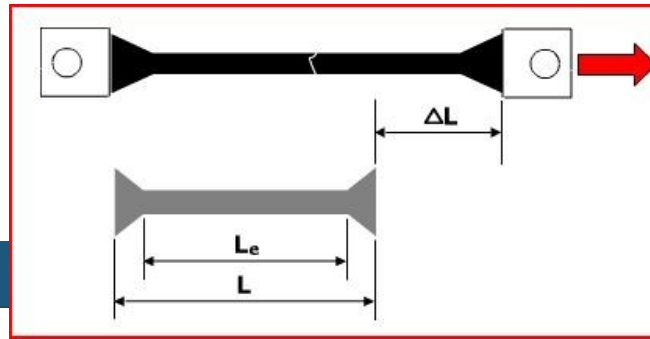
- آزمایش خمش تیرک

- آزمایش کشش مستقیم

- آزمایش لعاب نازک دوار قیر

- آزمایش محفظه تحت فشار

- ویسکومتر دورانی

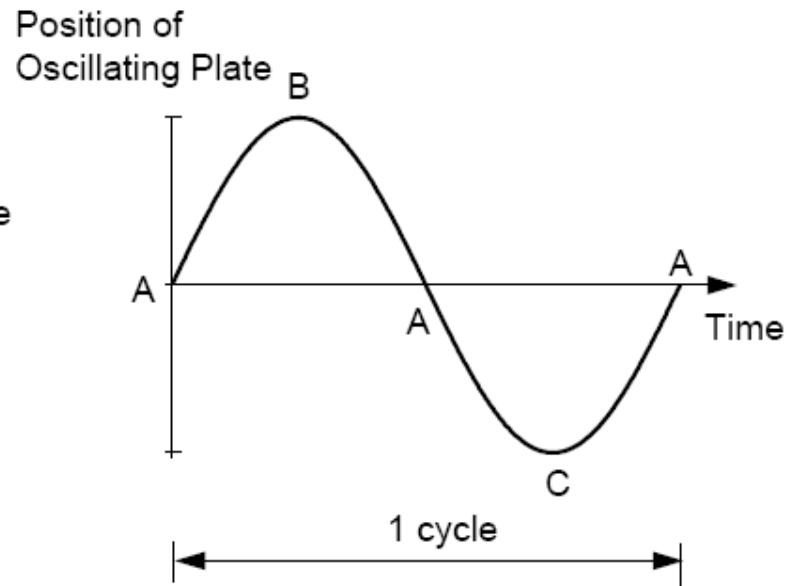
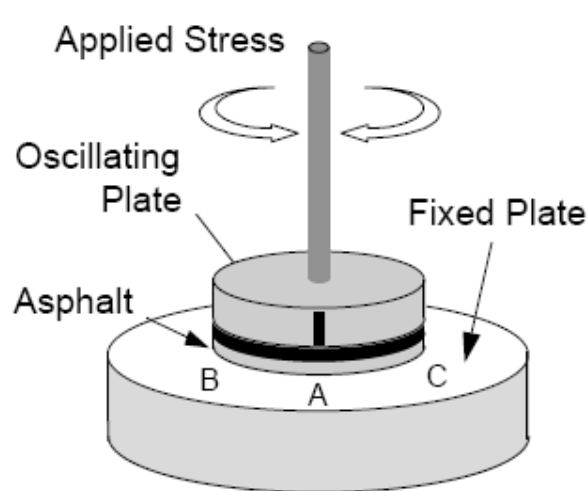


نام آزمایش	نام اختصاری	وضعیت ماده چسبنده	خاصیت عملکرد	هدف
آزمایش برش دینامیکی	DSR	ماده چسبنده اصلی	تغیبات شکا، ثابت و ترک ناشی از خستگی	تعیین خواص، ماده چسبنده در دماهای بالا و متوسط
		پیر شده در RTFO		
		پیر شده در PAV		
آزمایش خمش تیرک	BBR	پیر شده در PAV	ترک ناشی، از حرارت دماهای پایین	تعیین خواص در دماهای پایین
آزمایش کشش مستقیم	DTT	پیر شده در PAV	ترک ناشی، از حرارت دماهای پایین	تعیین خواص در دماهای پایین
آزمایش لعاب نازک دوار قیر	RTFO	ماده چسبنده اصلی	-	شبیه سازی پیر شدگی
آزمایش محفظه تحت فشار	PAV	پیر شده در RTFO	-	شبیه سازی پیر شدگی
آزمایش ویسکومتر دورانی	RV	ماده چسبنده اصلی	روانی، جابجایی و پمپاژ	تعیین خواص در دماهای بالا

Dynamic Shear Rheometer (DSR)

- برش دینامیکی

تعیین خواص ماده چسبنده در دماهای بالا و متوسط

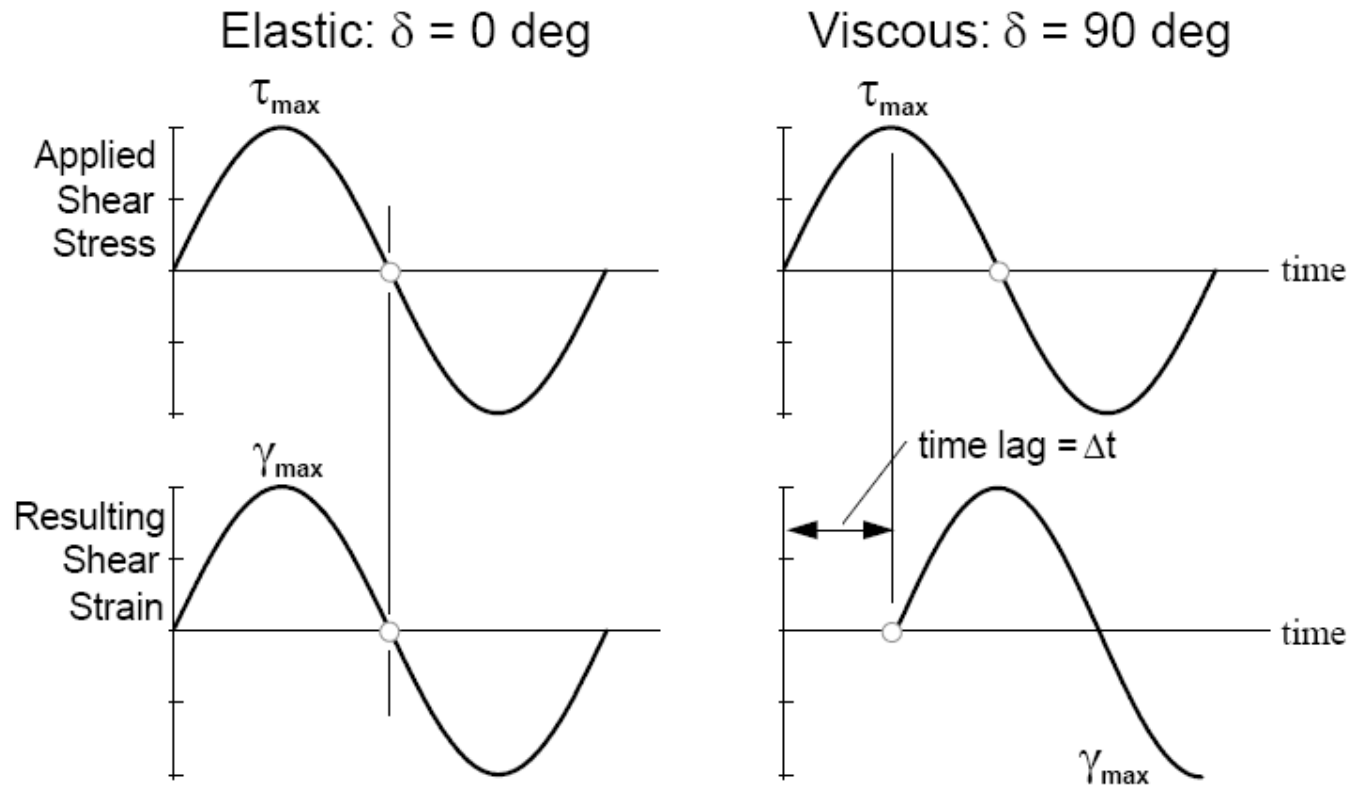


فرکانس 10 رادیان در ثانیه تقریباً معادل 59/1 دور در ثانیه (Hz)



Dynamic Shear Rheometer (DSR)

- برش دینامیکی



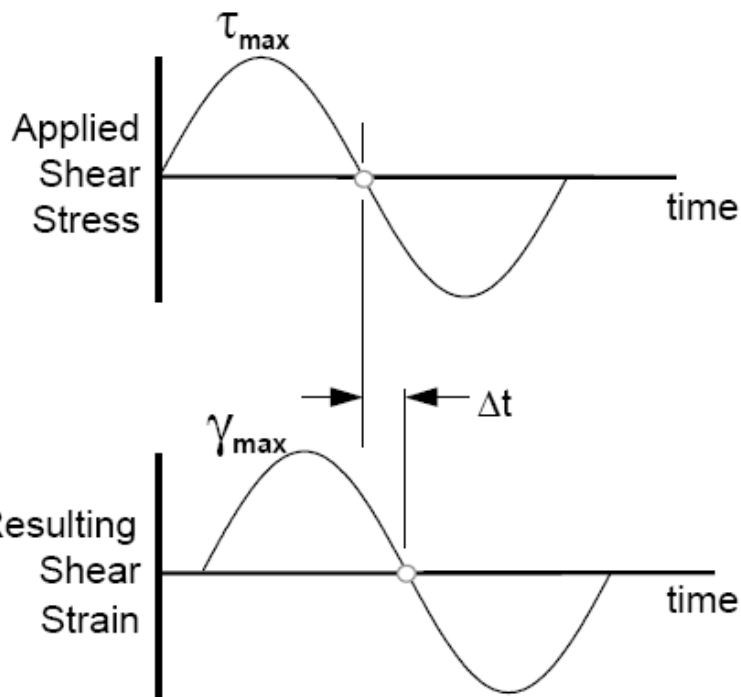
رفتار الاستیک و ویسکوز



Dynamic Shear Rheometer (DSR)

- برش دینامیکی

Viscoelastic: $0 < \delta < 90^\circ$



$$G^* = \frac{\tau_{\max}}{\gamma_{\max}}$$

$$\Delta t = \text{time lag} \Rightarrow \delta$$

ضریب برش، پیچیده :
برای تعیین مقاومت در
برابر تغییر شکل پذیری
گیر

رفتار ویسکو الاستیک



Dynamic Shear Rheometer (DSR)

- برش دینامیکی

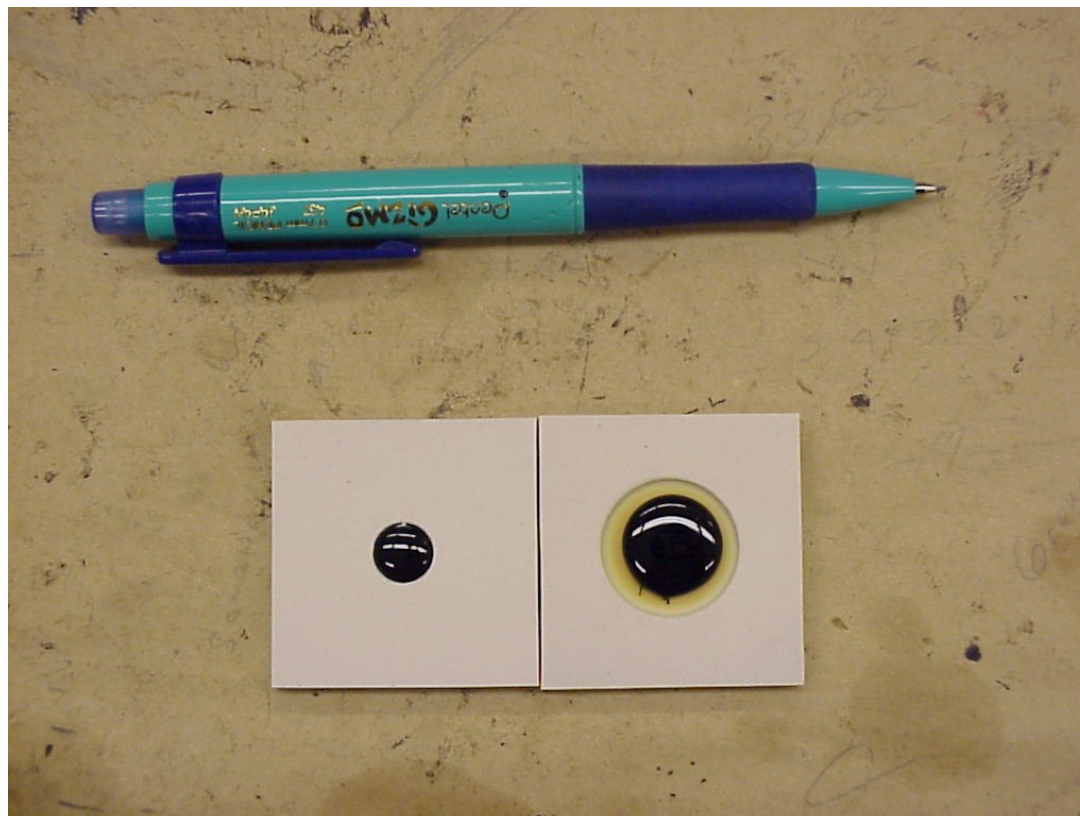
موارد اندازه گیری شده:

تنش : مدول پیچیده قیر G^*

کرنش : زاویه فاز δ



Dynamic Shear Rheometer (DSR) Test



انجام آزمایش ، در درجه حرارت حداکثر روسازی برای در نظر گرفتن تغییر شکل
انجام آزمایش در درجه حرارت متوسط برای در نظر گرفتن خستگی

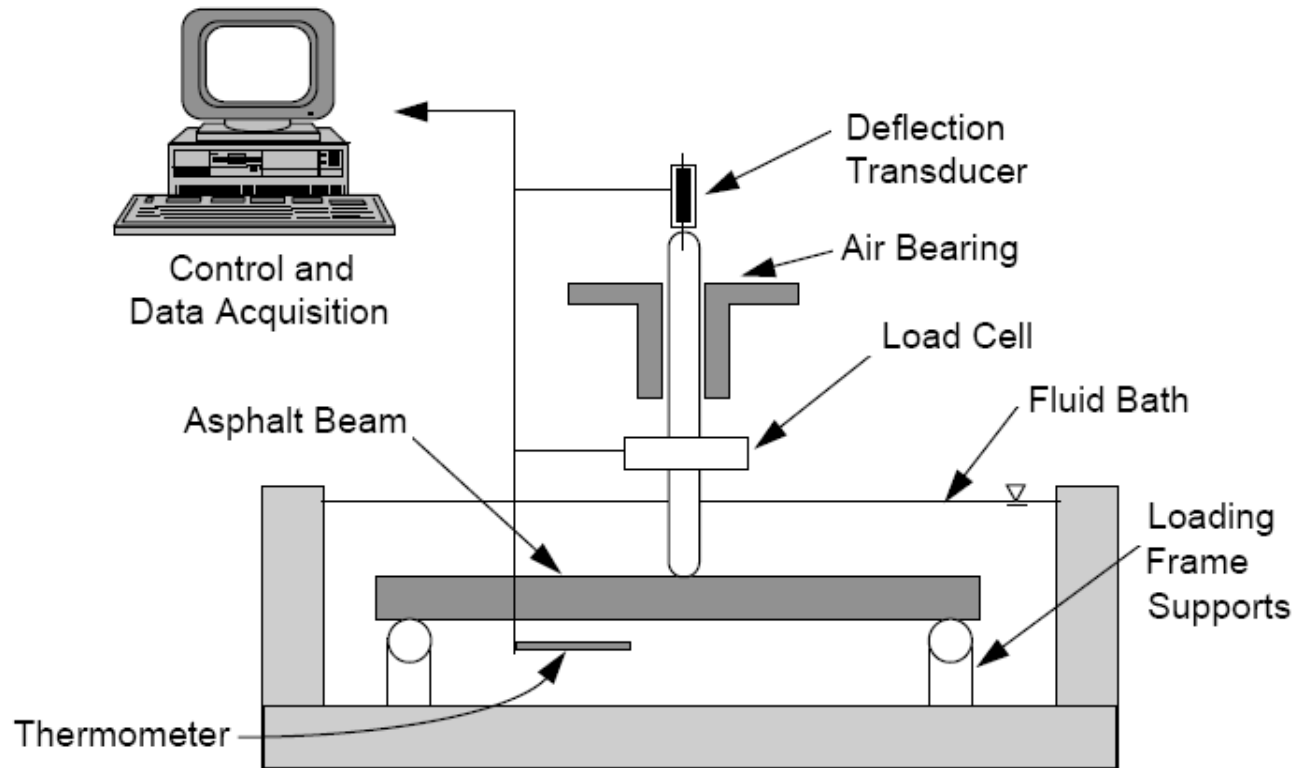


Dynamic Shear Rheometer (DSR) Test

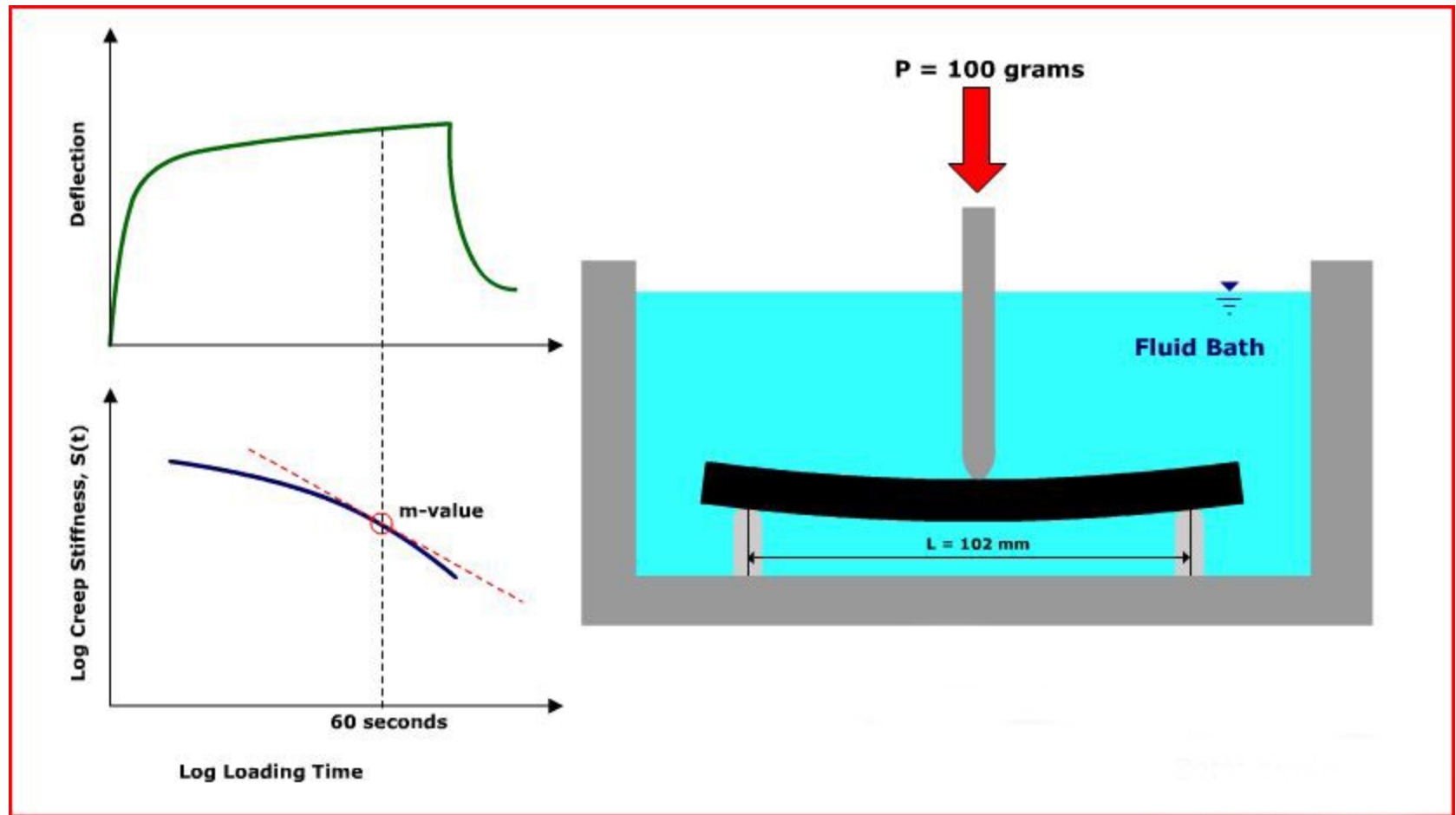


مايش خمش تيرك Bending Beam Rheometer (BBR)

با 100 گرمی به مدت 4 دقیقه



مايش خمش تيرک Bending Beam Rheometer (BBR)



Bending Beam Rheometer (BBR) Test

سختی خزشی محاسبه می گردد



بار خزشی، تنشهای حرارتی را که به تدریج هنگام افت دما ایجاد می شود،
مدل می کند



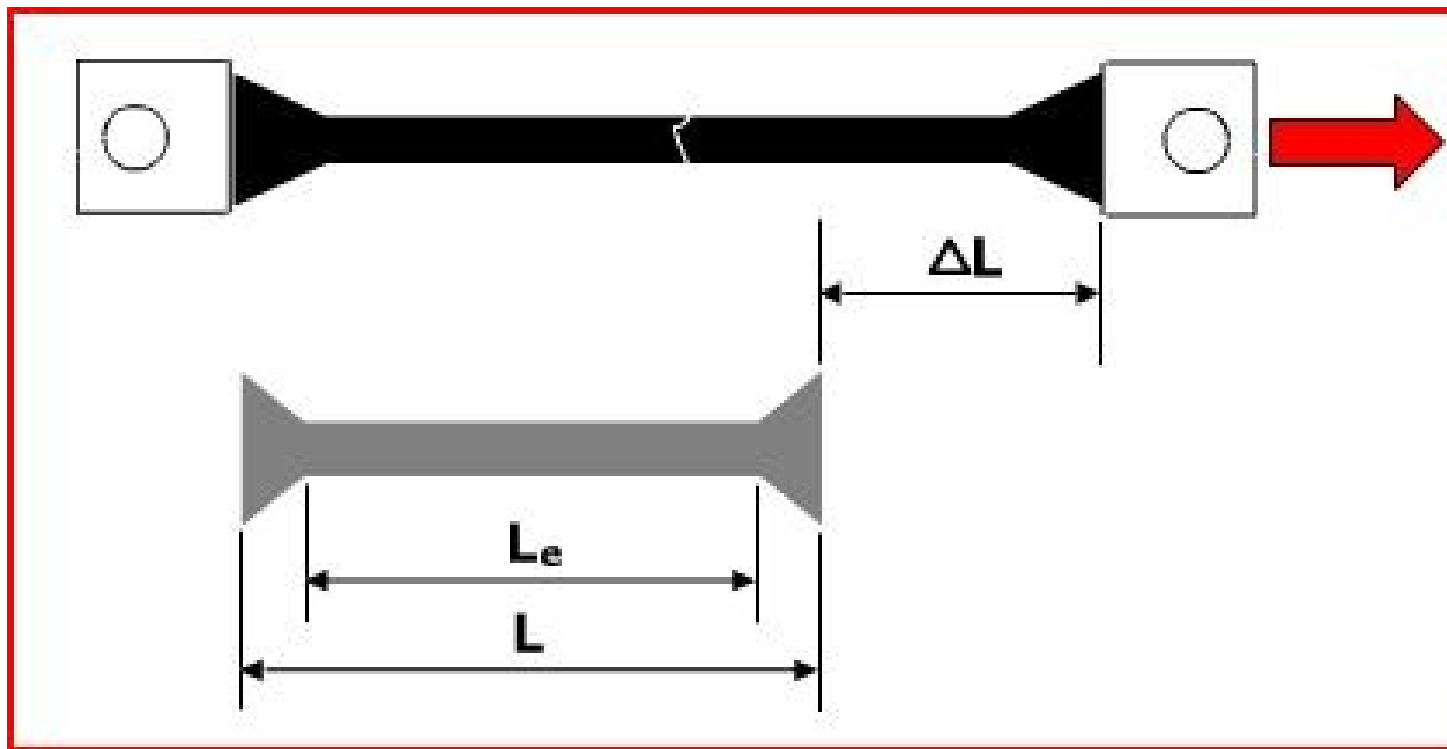
Bending Beam Rheometer (BBR) Test



مایع درون حمام نبایسته، یخ زده یا سخت شود، تا بتواند به راحتی، در دماهای عادی آزمایش (۶ - درجه سانتیگراد) داخل حمام بچرخد. معمولاً مایعاتی مثل متانل، اتانل، اتیلن گلیکل، آب و ترکیبی از اینها مورد استفاده قرار می گیرد.



Direct Tension Tester (DTT) - آزمایش کشش مستقیم

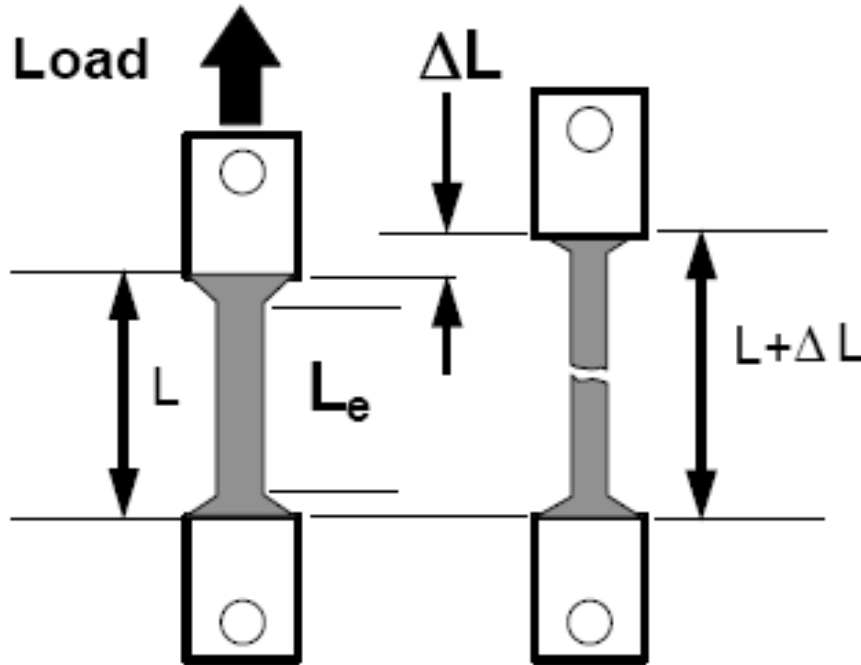


آزمایش DTT فقط برای مواد چسبنده ای که سختی خزشی بین 300 تا 600 MPa دارند، به کار می روند



Direct Tension Tester (DTT)

- آزمایش کشش مستقیم



مقدار کرنش ماده چسبنده در دماهای خیلی پایین

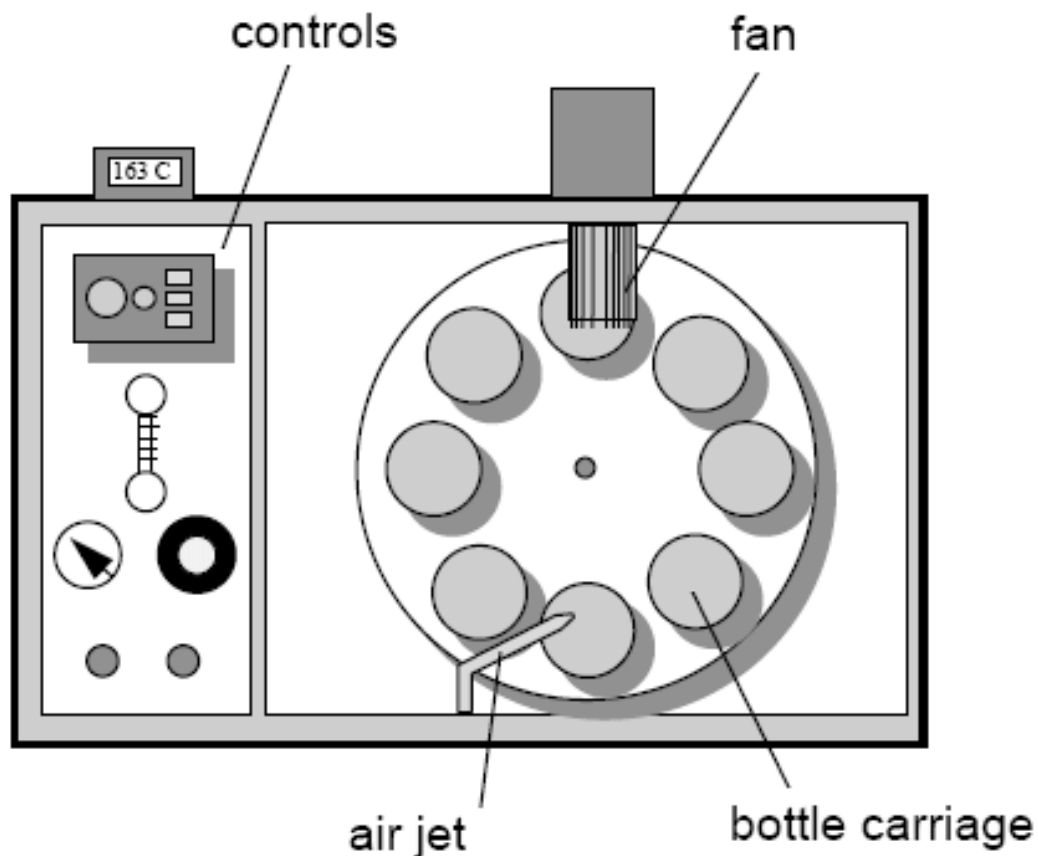
در آزمایش DTT ، 4 نمونه به
طور مجزا و هر یک کمتر از 1
دقیقه انجام می شود

$$\text{failure strain } (\varepsilon_f) = \frac{\text{change in length } (\Delta L)}{\text{effective length } (L_e)}$$



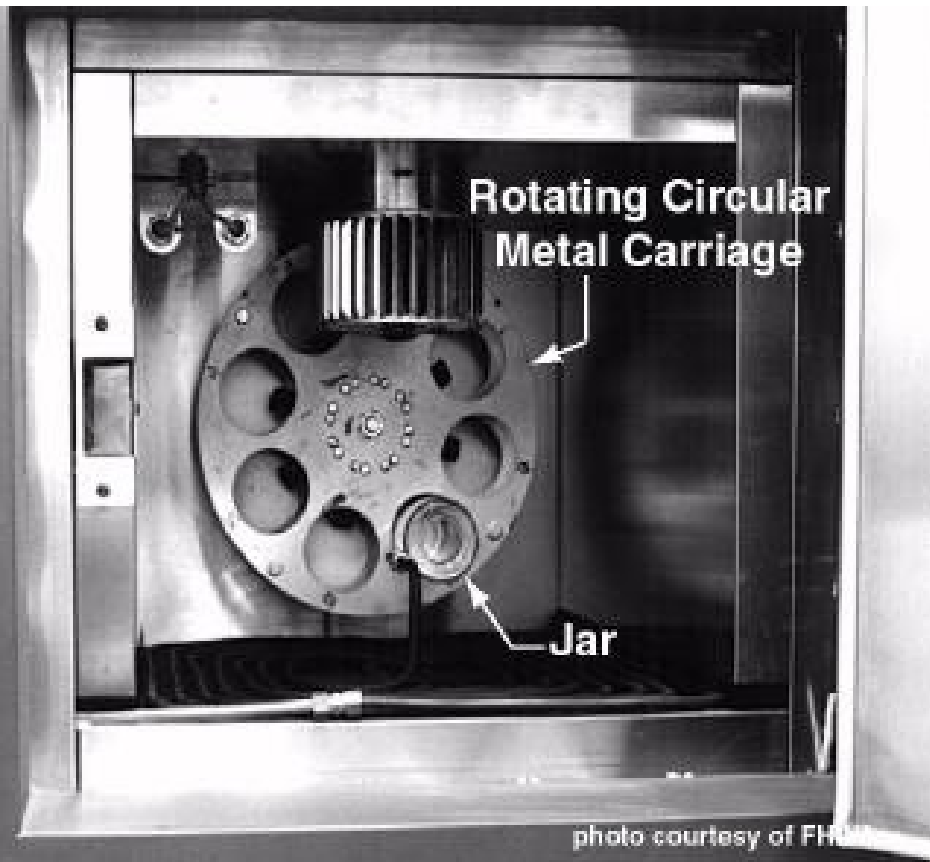
ROLLING THIN FILM OVEN (RTFO) - آزمایش لعاب نازک دوار قیر

علت پیر شدگی مواد چسبنده قیری :
تبخیر روغن های سبک در قیر و اکسیداسیون واکنش با اکسیژن محیط می باشد



ROLLING THIN FILM OVEN (RTFO)

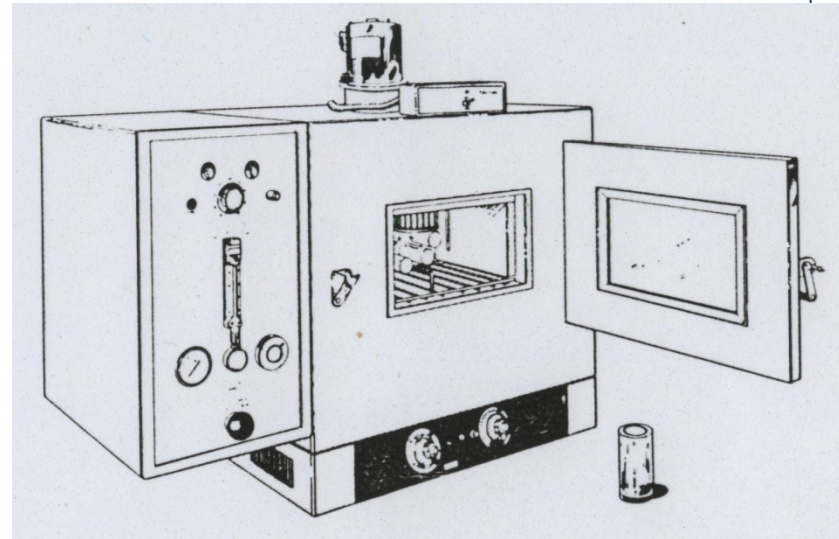
- آزمایش لعاب نازک دوار قیر



هنگام تهیه مخلوط آسفالتی گرم و در حین جابجایی آن



ROLLING THIN FILM OVEN (RTFO) - آزمایش لعاب نازک دوار قیر



مقدار کاهش جرم معلوم می شود

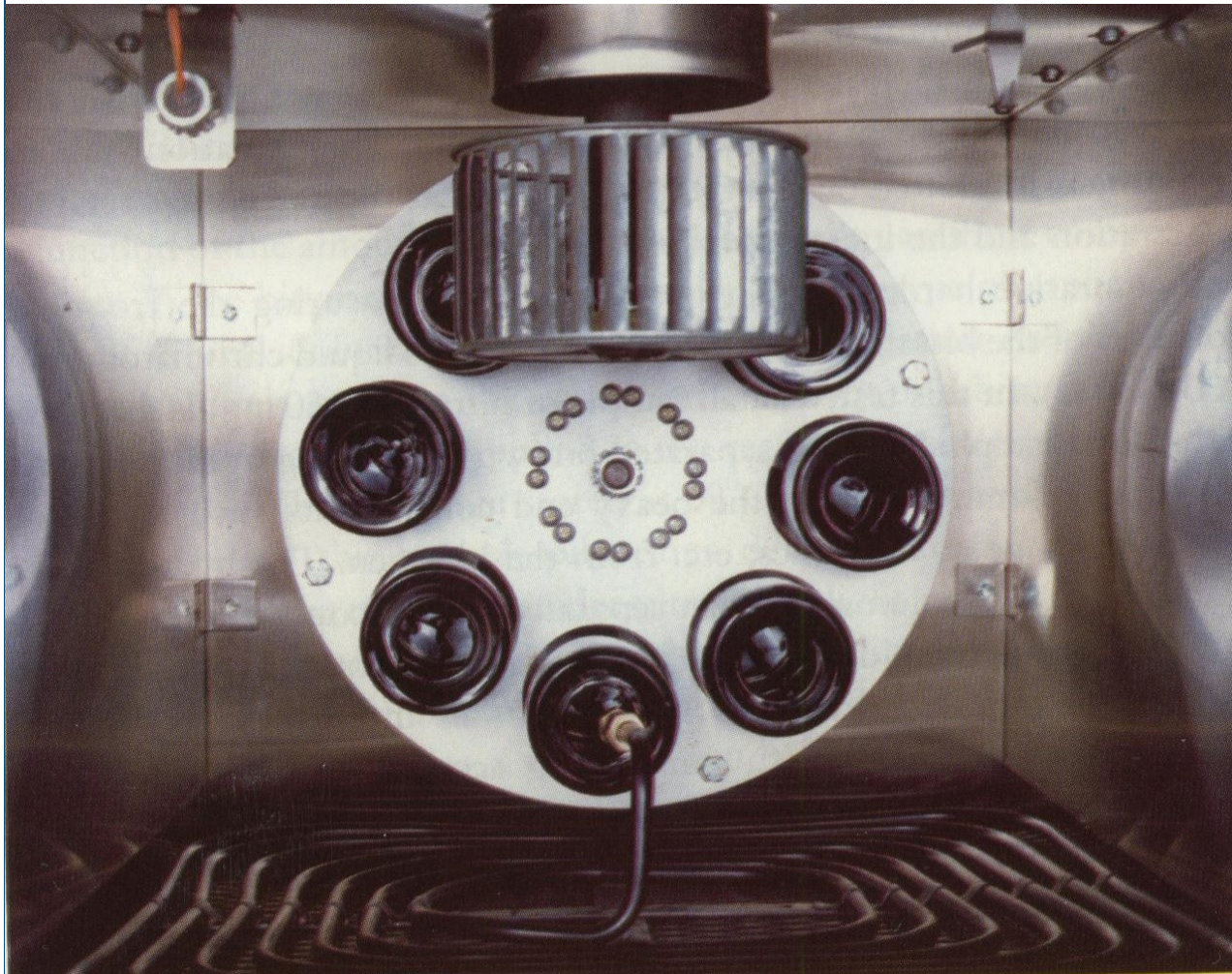


ROLLING THIN FILM OVEN (RTFO)

- آزمایش لعاب نازک دوار قیر

هدف دیگر :

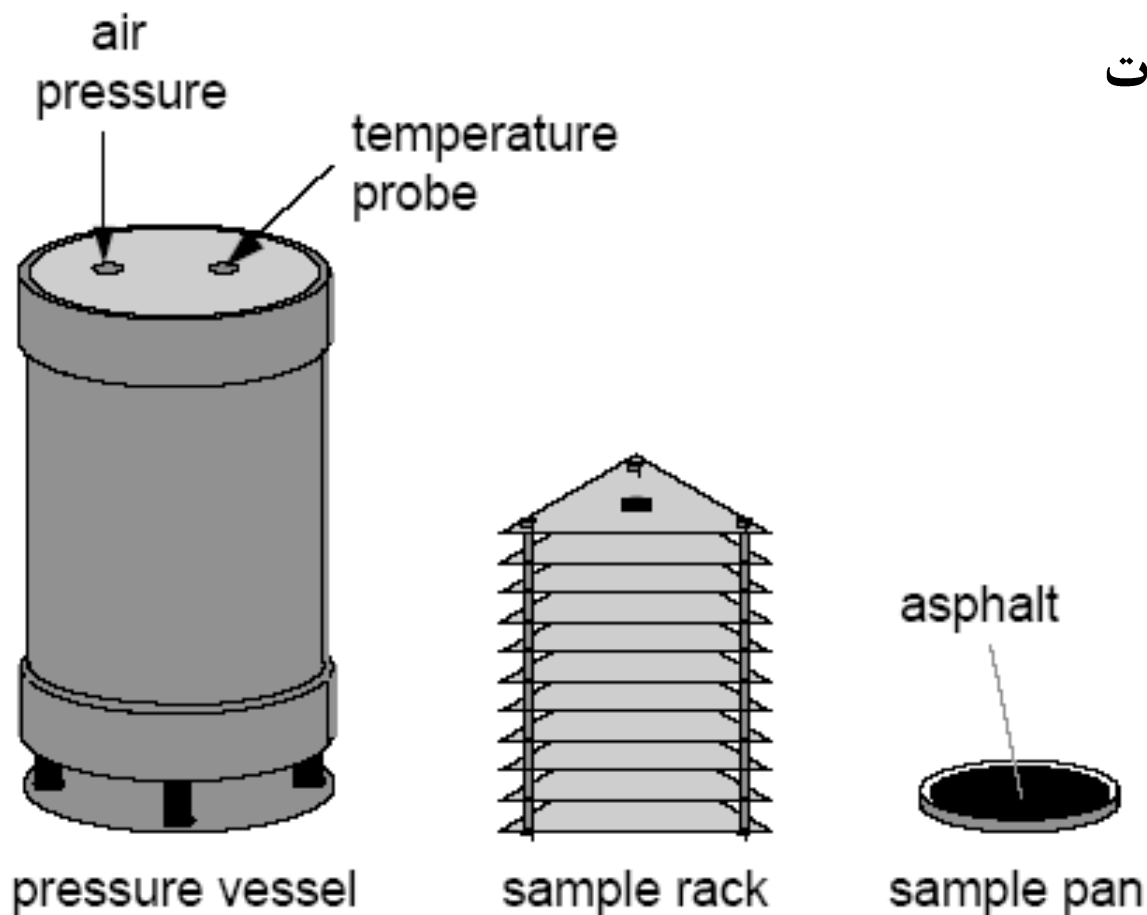
فراهم نمودن ماده چسبنده
قیری یبر شده جهت سایر
آزمایشات



PRESSURE AGING VESSEL (PAV)

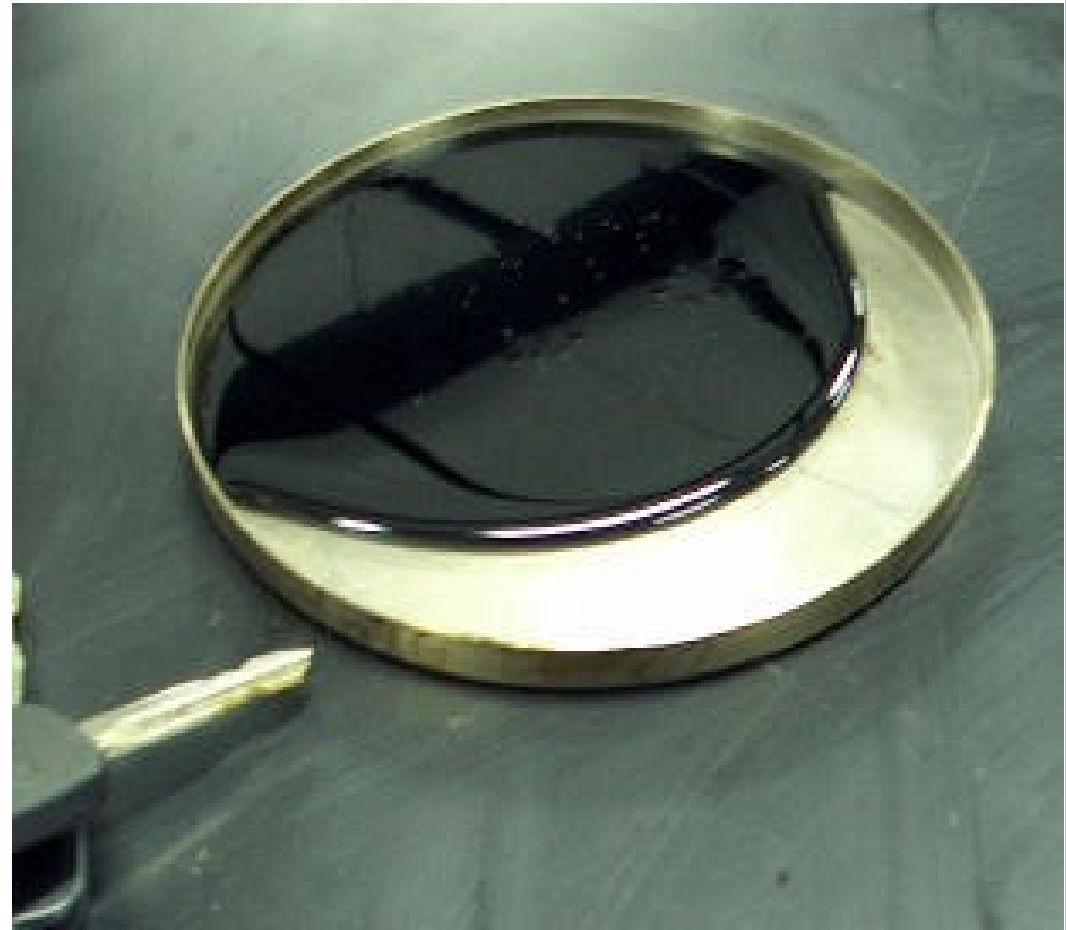
- آزمایش محفظه تحت فشار

پیرشدگی طولانی مدت



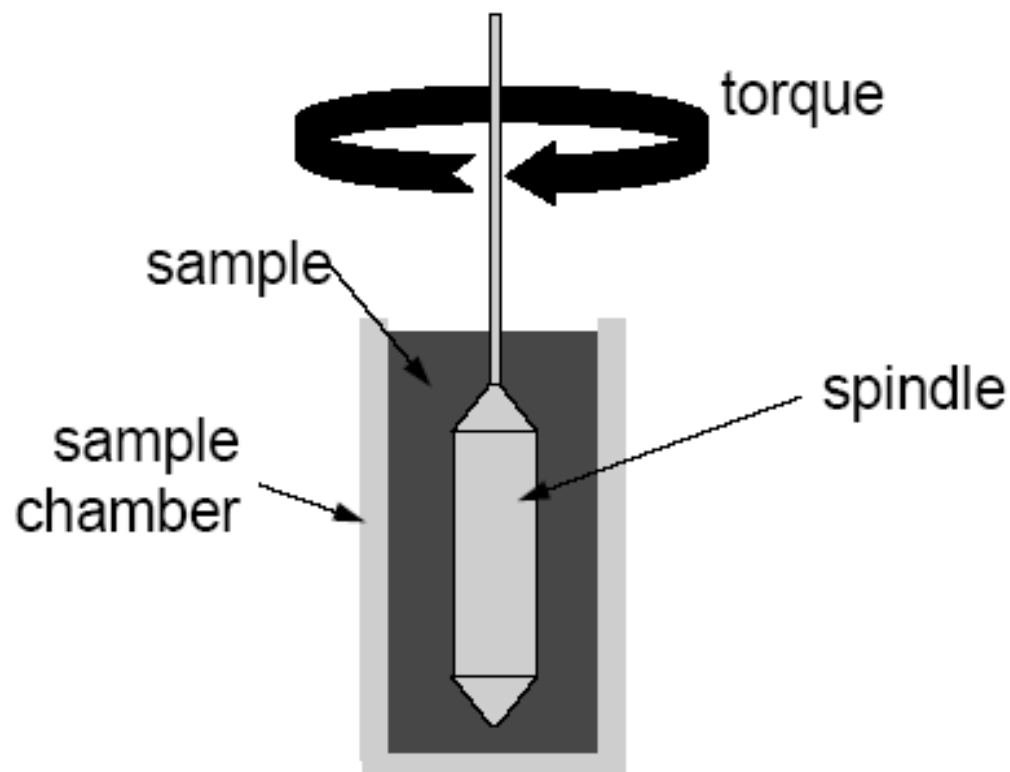
PRESSURE AGING VESSEL (PAV)

- آزمایش محفظه تحت فشار



(RV) Rotational Viscometer - ویسکومتر دورانی

گشتاور مورد نیاز جهت حفظ ثابت سرعت دورانی صفحه چرخنده



(RV) Rotational Viscometer - ویسکومتر دورانی

حداکثر 3 Pa.s

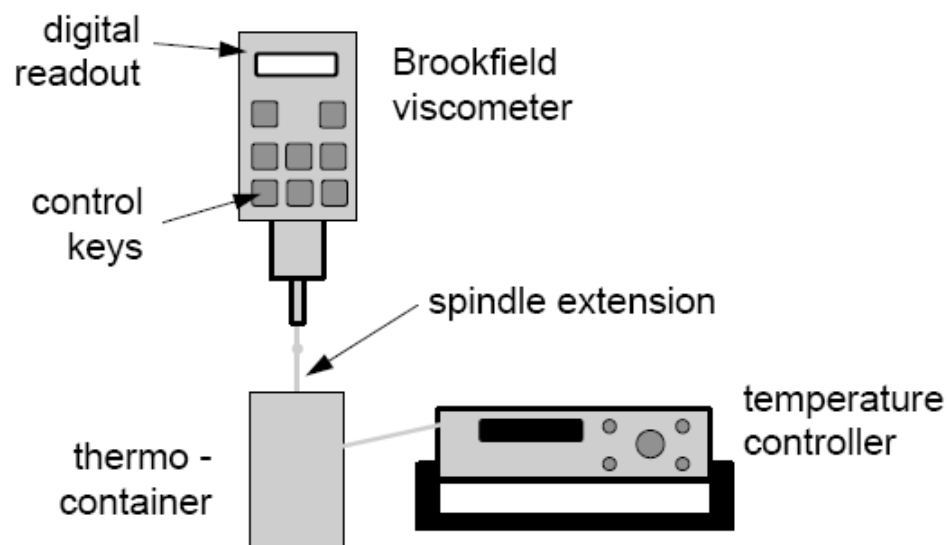


photo courtesy of FHWA



(RV) Rotational Viscometer - ویسکومتر دورانی

مقایسه تأثیر افزودنی های مختلف بر ویسکوزیته



افزودنی ها



● استفاده از افزودنیها :

- اخذ مشتقات گوناگون از نفت
- افزایش بارهای ترافیکی
- شرایط بد جوی
- ضرورت احداث راه با کیفیت بالا

افزودنی ایده آل



- کاهش حساسیت حرارتی (تقلیل تغییر شکل، کاهش ترک خوردگی)
- کاهش سخت شدگی مصالح (افزایش چسبندگی و غیره)
- افزایش عمر آسفالت

خصوصیات افزودنی ایده آل:



- سختی بالا در حرارتهای زیاد (تقلیل تغییر شکل)
- سختی کم در حرارتهای پایین (تقلیل ترک خوردگی)
- سختی کم در حرارت تهیه آسفالت (تسهیل برای اختلاط و تراکم)
- افزایش چسبندگی قیر به مصالح در مقابل آب (تقلیل سخت شدگی)

خصوصیات یک اصلاح کننده قیر



- به راحتی در مخلوط بازیابی پخش گردد.
- ویسکوزیته قیر کهنه را به حد قابل قبول برساند.
- با قیر فرسوده قابلیت تطبیق داشته باشد.
- بتواند فاز آسفالتین را در قیر بازیافت شده پراکنده سازد.
- از لحاظ دوام قیر بازیافت شده را بهبود بخشد.
- در مقابل دود شدن و آتش گرفتن مقاوم باشد

انواع افزودنیها:



- فیلرها
- فیلرهای دو منظوره
- لاستیکها
- پلاستیکها
- ترکیب پلیمرها
- الیاف
- ضد اکسید کننده ها
- هیدروکربنها
- مواد ضد سخت شدگی

فیلرها



- آهک، سیمان، کربن بلک و fly ash (خواص آنچنانی مثل آهک و سیمان نمی دهد و صرفاً پرکننده است).

فیلرهای دو منظوره:



- جامد در حرارت‌های پایین و روان در حرارت‌های بالا : گوگرد

لاستیکها:



- شیره لاستیک (latex natural) ، synthetic latex ، block coaly ، لاستیکهای بازیافتی

پلاستیکھا



• پلی اتیلن، پلی پروپیلن، Ethylen Vinylacetate

الیاف



- پلی استر، پلی پروپیلن، آزبست. باعث افزایش خواص کششی آسفالت می شود. قیر را به خود جذب می کند و ممکن است آسفالت قیر زده نشود که خوب است.

ضد اکسید کننده ها:



- ترکیبات سرب، زغال، نمکهای کلسیمی، ترکیب قیر با اکسیژن هوا کند شده و آسفالت کمتر موجب فرسودگی می شود. برای آسفالتهای متخلخل (ترکیب پیری زود رس)

هیدروکربنها:



- روغنهای مناسب بازیافت و روان کننده آسفالت، آسفالت پیر که درجه نفوذ آن پایین آمده رزینها و آروماتیکهای قیر را افزایش می دهند.

مواد ضد سخت شدگی:



- آمین ها ، آهک : در مکانهای بارندگی و یخبندان در مصالح سیلیسی که در مقابل پدیده سخت شدگی مقاومت ندارند به همراه این مواد پدیده سخت شدگی نیز حل می شود.

انواع پلیمرها:



- پلاستیکی:

- EVA، اتیلن وانیل استیت، در تابستان خوب است اما در زمستان نه. چون باعث کاهش سختی قیر در دماهای پایین نمی شود چون قیر را سخت می کند.

- الاستیکی:

- SBR، Styrene Butodien Ruber، برای زمستان خوب است ولی در تابستان مشکل زا است.

- الاستو پلاستومر:

- SBS، Styrene Butodien Styrene، به دلیل وجود الاستومر در زمستان و پلاستومر در تابستان مناسب است. نسبت به پلیمرهای دیگر گران تر است. پروسه اختلاط با قیر سخت تر است.

- ترموست ها:

- پلی پورائین، در زمستان و تابستان دچار تغییر حرارتی زیادی نمی شود. حساسیتی نسبت به حرارت ندارد. اگر سطوح بدون آلودگی و خوب باشد مشکلی ندارد. در نزدیکی تقاطعها و میادین، شیبهای تند،